

**PROPUESTA DEL MODELO DE PRODUCTIVIDAD TOTAL COMPENSADA
(CTPM) PARA CONTROL DE LA GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO INTERNO
DE MATERIAS PRIMAS A PLANTA DE UNA ORGANIZACIÓN FARMACÉUTICA**



Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al grado de Magister en
Ingeniería Administrativa

Autor:

ING. PALACIO LLINÁS JAVIER

Tutor:

ING. VENCE ORDOÑEZ LEONARDO

Presentado a la coordinación de la maestría:

ING. CARMENZA LUNA AMAYA

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BARRANQUILLA
2011**

Nota de aceptación:

Firma del tutor

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla, 02 de mayo de 2012

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
GLOSARIO	12
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES	20
1.6 MARCO DE REFERENCIA.....	21
1.6.1 ¿Qué es productividad?	21
1.6.2 Descripción del sistema de medición de la productividad	21
1.6.3 Factores que influyen en la productividad de una compañía	22
1.6.4 ¿Qué evalúan los modelos de productividad?.....	22
1.6.4.1 Modelo de la productividad total de Sumanth.....	22
1.6.4.2 Modelo de la productividad total compensada.....	23
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO	24
2. MARCO TEÓRICO	26
2.1 CONCEPTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO.....	26
2.2 UNIDAD OPERACIONAL	34
3. MODELO PROPUESTO	36
3.1 MODELO CTPM Y SU INDICE DE GESTIÓN CTPI t.....	36

3.2 CAUSAS Y FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO.....	39
3.3 CÁLCULOS Y FORMATO PROPUESTO DEL REGISTRO DE LOS ELEMENTOS TANGIBLES E INTANGIBLES DEL MODELO	41
3.4 COSTOS DE CALIDAD Y NO CALIDAD COMO FACTORES ESENCIALES INTRÍNSECOS DEL PROCESO	50
3.5 AJUSTES A LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD POR DATOS DEFLACTADOS EN EL TIEMPO	60
3.6 ADMINISTRACIÓN DEL ABASTECIMIENTO POR CLASIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA PRODUCCIÓN DEL PERIODO	65
3.7 APLICABILIDAD DE LA FUNCIÓN DE PÉRDIDA DE TAGUCHI EN LA DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL TIPO DE MATERIA PRIMA	72
3.8 EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE APROBACIONES DE MATERIA PRIMAS DIARIAS EN RELACIÓN AL MODELO CTPM.....	75
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	80
4.1 RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDADES PARCIALES Y TOTALES	82
4.2 INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN ADICIONALES.....	85
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA.....	96

*“En memoria de mis abuelos
Donaldo Palacio y Marco Llinás”.*

*“A mis padres Javier y Maritza, y hermanos Carolina y Andrés,
por su total acompañamiento en mis proyectos de vida”.*

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos a la directiva del Departamento de Compras y Calidad, por su comprometida colaboración en la obtención de la información precisa, y a los agentes proveedores (Proveedores externos) que facilitaron datos de gestión de sus compañías, que sirvieron en gran medida para el desarrollo de este trabajo.

De manera especial a mi tutor, la coordinación de la maestría y su asistente Rosana Mejía, por el acompañamiento brindado en el desarrollo de este trabajo.

LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICOS

	Pág.
Figura 1. Representación de la cadena de abastecimiento interno en organización farmacéutica	30
Figura 2. Ciclo de la productividad	33
Figura 3. Las posibilidades de mejora o declinación de la productividad.....	34
Figura 4. Índice de productividad total compensada	39
Figura 5. Diagrama de causas y efectos	40
Figura 6. Diagrama representativo de la gestión de la cadena de abastecimiento. (Elaboración propia)	42
Figura 7. Administración estratégica de las compras.....	67
Figura 8. Interpretación alterna de la matriz de Kraljic	67
Figura 9. Patrón de comportamiento de las MP aprobadas Vs. Recibidas	71
Gráfico 1. Comparación de resultados por unidad operacional	83
Gráfico 2. Comparación de resultados con ajustes por unidad operacional	84

LISTA DE CUADROS RESUMENES

	Pág.
Cuadro resumen 1. Formato de consolidación de datos de entrada.....	49
Cuadro resumen 2. Formato de datos consolidados e índices	51
Cuadro resumen 3. Formato de datos consolidados e índices de productividad ajustados	62

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Comportamiento de aprobaciones MP en el periodo Vs. Función de pérdida	70
Tabla 2. Datos de entrada y resultados de la simulación con MPL	77
Tabla 3. Informe de sensibilidad obtenido con simulador Solver_Excel	78
Tabla 4. Rango de valores óptimos calculados del informe de sensibilidad	79
Tabla 5. Comportamiento de aprobaciones MP en el periodo Vs. Solución óptima	80
Tabla 6. Índices de utilización	82
Tabla 7. Resumen de datos calculados.....	83
Tabla 8. Resumen de datos calculados con ajustes.....	85
Tabla 9. Indicadores de desempeño	86
Tabla 10. Índice de eficiencia del costo	87

INTRODUCCIÓN

Por medio del presente trabajo, se pretende aportar un modelo indicador de productividad total compensada, como propuesta para medir y controlar la gestión de los actores en la cadena de abastecimiento interna de una compañía farmacéutica. Es de destacar la productividad y competitividad de los actores en una cadena de abastecimiento interna y como repercute en la rentabilidad de una organización; en este documento, se enfatizará en el abastecimiento oportuno de materias primas, puesto que representa un importante factor que contribuye a la generación de valor de una empresa, como la que se evaluará a continuación.

La normatividad que conlleva la aprobación final de materias primas por parte del departamento de Calidad para ser llevadas a planta, es realmente estricta en una empresa farmacéutica, dada su razón social y compromiso con la comunidad. Sin embargo, es claro que adicional a esto, se requiere de la habilidad de una empresa o hasta economía de un país, para competir en un mercado, ya que existen afectaciones como las leyes de trabajo local, barreras comerciales y niveles de salario, etc.

Para el caso en estudio, el modelo propuesto permitirá a los directivos de operaciones de una empresa farmacéutica, tener una visión de su responsabilidad en tomar decisiones más adecuadas con respecto a una perspectiva más amplia de las áreas involucradas de una cadena de abastecimiento interno, y la relación de efectividad en la gestión de abastecimiento de materias primas entre estas, conceptuadas en índices de

productividad, como mecanismo de control y seguimiento de la gestión de calidad como requisito para la conversión de insumos en productos.

Este trabajo toma la posición de que cualquier entidad organizacional, aunque para el caso en estudio se tome una compañía farmacéutica; puede y debe capacitar de su elaboración y administración, a sus colaboradores y asociados, en ser competitivos en calidad, precio y tiempos, de una manera simultánea. El costo total unitario de la producción de un producto o servicio se reduce por el incremento en la productividad total general, y esto se traduce en beneficios para los clientes, los colaboradores, la administración directiva, los accionistas y los proveedores.

Palabras claves: Cadena de abastecimiento, Organización farmacéutica, Materias primas, Productividad, Gestión

GLOSARIO

ZONA DE DISPOSICIÓN EN PLANTA (CLIENTE INTERNO): Es una zona aislada ubicada dentro la planta de la organización, que sirve de almacenaje temporal de las materias primas y materiales de empaques que van a ser usados en la programación de la producción del día.

BROKERS: Son agentes distribuidores u operadores logísticos encargados de suministrar los materiales de empaque y materias primas a todas las unidades estratégicas de negocios (UEN's) de una organización descrita en este trabajo.

UEN: Unidad estratégica de negocios de una compañía.

LOS PRINCIPIOS ACTIVOS Y EXCIPIENTES: Son los componentes de las medicinas a fabricar. Estos principios activos que son la esencia medicinal, y los excipientes que son sustancias complementarias, son materia prima para la fabricación de los productos finales de una organización farmacéutica.

DATOS DE ENTRADA: Son los datos almacenados en base de datos, que sirven para la determinación de indicadores de desempeño entre otros cálculos.

VALORES OBJETIVOS: Son los valores presupuestados o metas que la empresa establece previo análisis a los antecedentes de estos.

INSTANCIA: Unidad operacional del sistema de abastecimiento interno. Se describe este término en el presente trabajo.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Hasta la década de 1950, los administradores en general y los administradores norteamericanos en particular, enfatizaban sobre la función de la manufactura y a lo largo de los años 1960, la mercadotecnia se convirtió en la estrategia empresarial fundamental. Durante 1970 y principios de 1980, las fusiones y adquisiciones corporativas, gravitaron fuertemente hacia la función del orden financiero. A finales de 1980 y principios de 1990, la administración de las empresas empezó seriamente a considerar la importancia de la calidad y de una administración de carácter participativo. Durante la segunda mitad de 1990 y la primera década del siglo XXI, se ha visto un enfoque balanceado para manejar a tres variables estratégicas: calidad, tecnología y productividad total. La necesidad de mitigar los problemas que ocasionó un exclusivo o exagerado énfasis sobre la productividad de la mano de obra, junto con la necesidad de balancear estas tres estrategias variables, constituyen la base del pensamiento de la administración de la productividad total (TPmgt).

El autor de esta filosofía industrial David Sumanth, y de cuyo modelo compensado fundamento este trabajo, utilizó por primera vez este nuevo concepto en 1981, y se han demostrado ya muchos de sus elementos constituyentes en más de 60 diferentes tipos de empresas, desde fabricantes de computadoras, hasta procesamiento de cargas para vuelos interestaciales, hospitales, operaciones de tránsito, bancos, empresas de seguros y generadoras de energía eléctrica.

La administración de la productividad, es un proceso formal de administración que sigue las cuatro fases del “ciclo de la productividad”, a efectos de incrementar la productividad total y reducir los costos totales unitarios de productos y servicios dentro del más alto nivel posible de calidad.

El ciclo de la productividad, desarrollado por este autor en 1979, con un enfoque sobre la productividad total, viene a ser el marco central de trabajo para la TPmgt, en el hecho de que reconoce la importancia de las siguientes cuatro actividades continuas y fundamentales: la medición de la productividad, la evaluación de la productividad, la planeación de la productividad y la mejoría en la productividad.

La medición de la productividad es la primera fase crítica dentro del proceso de la productividad. El modelo de la productividad total (TPM), es la principal herramienta de medición en esta fase. Luego, la planeación de la productividad, tanto a corto plazo (menos de un año) como a largo plazo (más de un año), se necesita con el fin de administrar la productividad total y la rentabilidad de la organización de una manera sistemática. La cuarta fase de mejoría de la productividad trata un enfoque racional y sistemático para lograr los niveles de la productividad total que fueron fijados dentro de la fase de la planeación de la propia productividad.

Desde una perspectiva macroeconómica, el desarrollo industrial, económico y social de un país depende principalmente de sus altos niveles de calidad y productividad, así como su crecimiento continuo en estas áreas. La productividad es entonces el resultado que obtiene la empresa y su personal al trabajar bajo los lineamientos de un programa de mejora de la calidad continuo, generándose ganancias que benefician la calidad de vida de los mismos trabajadores.

A través del tiempo, se ha evidenciado que las empresas que generan valor, son empresas que invierten consistentemente en mejorar procesos, calidad de insumos y diseños de sus productos, en busca de ser más competitivos en un mercado que evoluciona con un dinamismo vertiginoso. Así pues, el desarrollo y fortalecimiento de una industria farmacéutica con ubicación local, permite mejorar la capacidad para utilizar las licencias obligatorias (OMC, 2001) las cuales se han desarrollado en el seno de la organización Mundial del Comercio en los ADPIC¹, para evitar los abusos en los precios o la escasez de medicamentos requeridos para asegurar la salud pública.

La industria farmacéutica se estructura de esta forma, como un renglón importante en el desarrollo de un país, convirtiéndose en una herramienta del estado para la obtención de los objetivos de salud pública, relacionados con la disponibilidad de medicamentos.

¹ ADPIC: Derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio. Ampliación del término en Internet: http://www.wto.org/spanish/tratop_s/trips_s/tripsfactsheet_pharma_2006_s.pdf

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El impacto de la gestión de abastecimiento interna en la cadena de suministro de una organización, es considerable en mayor proporción para una empresa cuya razón social es generar formas farmacéuticas a la comunidad, por lo cual debe tratar constantemente en mantener excelente calidad de sus materias primas e insumos para ser altamente competitivos y cumplir con toda la normatividad de aseguramiento de calidad de los productos finales. Por tal motivo, se hace necesario entablar unos indicadores de medición de la productividad de la gestión de los actores del abastecimiento, en función de la gestión del departamento de Calidad como eje de referencia que cumple a diferencia de otros departamentos tanto la función de proveedor interno, como la de cliente interno; y la obtención entre otros, de indicadores de desempeño derivados de este modelo productivo para seguimiento del mismo.

La organización en estudio desea mantener un nivel “relativamente óptimo” de productividad, dentro de los márgenes posibles, de la gestión de la cadena de abastecimiento interno; con alta priorización a la gestión de materias primas, por su alto impacto en los resultados del periodo. Se plantea llevar un seguimiento continuo de esta gestión mensualmente, por lo que en este trabajo se propone el modelo CTPM para un periodo mensual representativo, por ser un momento de dinamismo comercial de esta compañía, pero cabe aclarar que el mes aquí será un equivalente, puesto que este periodo de estudio es por la particular gestión del abastecimiento de materiales de producción a plantas, que no se da por igual entre los diferentes actores o agentes de la cadena de abastecimiento interno. Este concepto se amplía en el desarrollo de este trabajo.

La búsqueda del fortalecimiento de un sector industrial local, necesita del reconocimiento de las partes involucradas y la definición de los objetivos de

cada una de las organizaciones que interactúan para obtener un bien determinado (Erenguc, et al, 1999). El conglomerado de organizaciones que se estructura para suplir sus necesidades con el objetivo de desarrollar un producto o servicio, se denomina cadena de abastecimiento, e involucra la participación de proveedores, productores y clientes, en la coordinación e integración del flujo de materiales e información (Danese, et al, 2006).

1.3 JUSTIFICACIÓN

Obedeciendo al precepto de que lo que no se mide no se puede controlar, y adicional a esto, la dinámica actual del mercado, bajo la inminente realidad de pronto nuevos tratados de libre comercio de nuestro país con otros del mundo, es necesario llevar estricto seguimiento a la gestión productiva de cada uno de los actores claves de una cadena de valor, con especial énfasis en la consecución de alta calidad de las materias primas, entre otros insumos.

El control del nivel óptimo de productividad de la gestión de abastecimiento interno, será el logro de comprender la productividad de la gestión en función de los requerimientos de calidad que exige el cliente. La filosofía de la TPmgt y su metodología, ya se han probado y comprobado verdaderamente ser innovadores, importantes y de larga duración a lo largo de los últimos 17 años en cualquier continente. De hecho, se ha encontrado que la TPmgt no está basada en patrones de carácter cultural y no se ve afectada por el tamaño o tipo del negocio. Trabaja en donde se le requiera, debido a que integra el enfoque humano con el enfoque de orden técnico, al administrar a todos los recursos bajo un mismo sistema integral.

Hacer seguimiento de la gestión e interacción efectiva entre los actores responsables que conforman la cadena de abastecimiento interna de una organización por medio de herramientas como las propuestas en este documento, se hace un buen punto de partida para evaluar de manera integral cada eslabón de la cadena de suministro global de la organización, con el fin de tomar mejores decisiones de tipo gerencial, estableciéndose parámetros característicos de los actores internos y externos de la organización.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar a través del desarrollo del modelo integral propuesto, la efectividad de la gestión de abastecimiento de materias primas al cliente interno, de los actores claves de esta función en una empresa farmacéutica, y el cumplimiento con los requisitos de aseguramiento de calidad requeridos como eje normativo de buenas prácticas de manufactura (BPM).

1.4.2 Objetivos específicos

El desarrollo del modelo propuesto se fundamenta en tres objetivos específicos:

- Describir de manera breve el proceso logístico interno de adquisición de materias primas, evaluando adicionalmente las variables de capacidad del cliente interno (Zona de dispensación en planta).
- Establecer un modelo integral que detalle el comportamiento de la gestión interna de materias primas, de la cadena de abastecimiento en la organización, en cumplimiento de los objetivos de lead time de la mercancía que ingresa a la compañía.
- Expresar la utilidad del modelo integral para establecer tácticas operacionales, y su potencial para ser aplicado como herramienta de apoyo en la toma de decisiones gerenciales.

1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES

El alcance para este trabajo, aborda el análisis de la productividad de la gestión, desde la colocación de la orden por parte del departamento de planificación hasta el abastecimiento al cliente interno, correspondiente a la zona de dispensación en planta. Pero su alcance potencial es ilimitado.

Las limitaciones en la elaboración de este trabajo, consta en la obtención de permisos para recopilar la información suficiente necesaria, por lo que parte de los datos presentados en este documento, es resultado de proyecciones de datos históricos; lo más cercano posible al comportamiento real de asignación de recursos en la cadena de abastecimiento interno.

1.6 MARCO DE REFERENCIA

1.6.1 ¿Qué es productividad?

Productividad se define como la razón de insumos y sus resultados (productos), dentro de un lapso de tiempo y con la debida consideración por los factores de gestión de la calidad.

1.6.2 Descripción del sistema de medición de la productividad

La medición de la productividad puede realizarse a diferentes niveles en la economía: a nivel macro de la nación; a nivel de la rama de actividad económica y, a nivel de la empresa. A su vez, a nivel de la empresa y de acuerdo a los objetivos perseguidos, se puede generar sistemas de medición que comprende a toda la organización, o bien, sistemas que se circunscriben a determinados procesos productivos.

El primer núcleo de indicadores son los económicos y los financieros, que son el corazón de la planeación estratégica de una organización y que deben de reflejar las múltiples razones de insumos de recursos financieros y los correspondientes resultados económicos-financieros.

1.6.3 Factores que influyen en la productividad de una compañía

Se presentan factores internos y externos que pueden afectar la productividad medida; estos son:

Factores Internos:

- Terrenos y edificios
- Materiales
- Energía
- Maquinas y equipo
- Recurso Humano

Factores Externos

- Disponibilidad de materiales o materias primas
- Mano de obra calificada
- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- Infraestructura existente
- Disponibilidad de capital e intereses
- Medidas de ajuste aplicadas

1.6.4 ¿Que evalúan los modelos de productividad?

1.6.4.1 Modelo de la productividad total de Sumanth

El modelo de productividad total (TPM) fue desarrollado por el autor David Sumanth, en 1979. Este modelo define una medida de productividad total que incluye todos los factores de resultados y todos los factores de insumos. El modelo de productividad total (TPM) se basa en elementos tangibles. En este contexto, “tangible” significa medible o cuantificable directamente.

1.6.4.2 Modelo de la productividad total compensada

El principio del modelo de la productividad total general, consiste en multiplicarle al indicador del TPM, un factor que representa la ponderación de los factores intangibles que considere el usuario (En nuestro caso, los costos de calidad por su gran impacto en el estado financiero de la compañía).

1.7 DISEÑO METODOLÓGICO

El tipo de estudio que aplica al caso es cuasi-experimental, ya que se desarrolla una prueba piloto con datos parcialmente reales recopilados de manera presencial, por la oportunidad que me ofrece ser funcionario de esta compañía; datos suministrados por la compañía que colaboró para este estudio, y que pidió no revelar su nombre en el desarrollo de este documento. Otra parte de los datos de entrada fue proyectada de datos históricos. Se tomó un periodo mensual representativo, en función de ser un periodo de alta demanda, y dinamismo comercial para esta compañía, y que el suministro por parte de los proveedores de materias primas, no resulta ser con frecuencia congruente con los requerimientos de calidad de la compañía. Con base a los datos recopilados, se generan indicadores prospectivos y retrospectivos que describen la gestión de abastecimiento interno de materias primas u otro material que sea requerido en la zona de dispensación (Cliente interno) ubicada en la planta, correspondiente al posterior proceso de fabricación en esta compañía farmacéutica. El desarrollo e implantación de este tipo de modelo en una organización, no debe ser más de seis meses si se cuenta con una buena infraestructura informática que facilite la recopilación y clasificación de los datos de entrada; en una que no sucede esto, es normalmente entre uno y dos años.

Las etapas que aborda el planteamiento de este proceso sistemático de elaboración del modelo integral propuesto son:

1. Determinación del concepto de la productividad y la calidad en la gestión de abastecimiento interno, e inicio de recopilación de información necesaria.
2. Detección de las causas y factores que intervienen en la baja productividad en gestión en la logística de abastecimiento.

3. Clasificación y descripción de los datos de entrada, requeridos para el desarrollo del modelo CTPM y su indicador CTPI t.
4. Comprensión de los cálculos de elementos tangibles e intangibles descritos en los cuadros resúmenes desarrollados.
5. Determinación de costos de la calidad y no calidad como factores esenciales intrínsecos del proceso.
6. Ajustes de índices de productividad por datos deflactados en el tiempo.
7. Descripción y análisis detallado de la administración del abastecimiento por tipo de órdenes de compra de materias primas colocadas para producción del mes.
8. Aplicación de la función de pérdida de Taguchi para determinar el impacto financiero o costo de oportunidad, en función de la gestión de calidad.
9. Evaluación de los objetivos de aprobaciones diarias de materias primas en relación al modelo CTPM.
10. Resumen de índices de las productividades parciales y totales.
11. Interpretación de indicadores de gestión claves adicionales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO

Actualmente, nuestras empresas en Colombia suelen presentar vacíos en la medición del desempeño de las actividades logísticas de abastecimiento y distribución a nivel interno (procesos) y externo (satisfacción del cliente final). Sin duda, lo anterior constituye una barrera para la alta gerencia, en la identificación de los principales problemas y cuellos de botella que se presentan en la cadena de suministro de la organización a manera global, y del abastecimiento de materias primas por ende, a manera de análisis específico. Todo esto perjudica ostensiblemente la competitividad de las empresas en los mercados y la pérdida paulatina de clientes.

El concepto de calidad ha ido evolucionando a lo largo de los años. Su papel ha tomado una importancia creciente al evolucionar desde un nuevo control o inspección, a convertirse en pilar de la estrategia global de una organización. La evolución importante que sufre, va de la simple idea de realizar una verificación de calidad a tratar de generar calidad desde los orígenes. Para el caso en estudio, se busca las actividades claves de la gestión de calidad que sean aplicables al proceso de abastecimiento interno; la calidad y la productividad de cualquier gestión deben ser complementarios, y en si misma, la gestión de la calidad total debe seguir ampliando sus objetivos a todos los departamentos de una organización, involucrando a todos los recursos humanos liderados por la alta dirección y aplicándose desde la planificación y diseño de productos y servicios, dando lugar a una nueva filosofía de la forma de gestionar una organización; con esto la calidad deja de representar un costo y se convierte en un modo de gestión

que permite la reducción de costos y el aumento de beneficios. Con respecto al proceso de abastecimiento; de la calidad y desempeño de la gestión de las actividades involucradas en este proceso, depende en gran medida en lograr la infraestructura de apoyo en la consecución de los materiales destinados al área de producción, y su alcance desde la colocación de la orden de compra, hasta la entrega de los materiales aprobados (requerimientos de calidad) a la zona de disposición de planta.

Una cadena de abastecimiento se define como una red de trabajo, un sistema coordinado de organizaciones, gente, actividades, información y recursos involucrados en movilizar un producto o servicio desde un proveedor hasta un consumidor. (Hugos, 2003)

En el proceso de abastecimiento se encuentran actividades claves, como la obtención, recepción, inspección y almacenaje del material. Adicionalmente, se centra en la certificación o aprobación o no, de la calidad del material recibido de los proveedores. El proceso de abastecimiento debe ser cuidadosamente evaluado, teniendo en cuenta que durante esta etapa se desarrollan las actividades de selección de proveedores. Esta actividad requiere de una gran cantidad de recursos y personal, en la cual cada organización invierte cantidades importantes de tiempo y dinero. Todo cambio de proveedores involucra un consumo de recursos importantes para la organización, disminuyendo su competitividad (Donovan, 1999).

Los estudios relacionados con el manejo de proveedores, describen el proceso como una actividad de administración en la cual se involucran nueve aspectos fundamentales (González, 2003):

- Selección de proveedores
- Control de calidad de las materias primas
- Control de los procesos productivos del proveedor

- Evaluación del sistema documental del proveedor
- Evaluación del sistema administrativo del proveedor
- Disponibilidad de proveedores para cada insumo
- Políticas de calidad del proveedor
- Reconocimiento de los sistemas de calidad adoptados por el proveedor
- Armonización de criterios relacionados con las especificaciones de los materiales.

A continuación se describe el flujo de los materiales al ingresar a la cadena de abastecimiento interno de la empresa farmacéutica en estudio:

La cadena de abastecimiento interno que se describe en la **Figura 1**, parte del análisis y seguimiento del cumplimiento por parte de los proveedores externos a la organización. Cabe resaltar que para la compañía en cuestión, un 65% de los proveedores son “brokers”; es decir, intermediarios agentes distribuidores. Luego al llegar los materiales de producción, entre otros insumos a la compañía, son recibidos en bodega, donde un grupo de colaboradores del departamento de tecnología de la información (T.I.) ubicados en bodega, se encargan de llevar el registro y seguimiento de la mercancía e información a ingresar a la cadena de abastecimiento por medio de un sistema de inventario WMS y tecnología de código de barras para registro de mercancías. Este equipo de colaboradores es responsable adicionalmente de garantizar que la infraestructura informática que apoya a la interacción entre los departamentos de planificación, compras con bodega y el departamento de importaciones, y estos a su vez con los proveedores externos. El flujo de información entre los eslabones o actores de la cadena, se realiza efectivamente a través de la infraestructura informática que la compañía posee, y que está conformada por dos servidores como se aprecia en la **Figura 1**.

La interacción en ambos sentidos se representa en la **Figura 1** con flechas azules; la interacción en ambos sentidos presente entre los proveedores

externos, y la parte administrativa de la cadena de abastecimiento interno compuesta por los departamentos de planificación, compras, bodega e importaciones, reposa en la base de datos que maneja el servidor de registros de entrada.

Es importante hacer una breve reseña de la plataforma informática que posee esta compañía, y esta consta del intercambio de datos entre empresas EDI y el bien conocido ERP; estos son soporte a los módulos de aplicativos que poseen softwares como VISUAL ENTERPRISE, OUTLOOK y BUSINESS INTELLIGENCE que posee la compañía. En una cadena de abastecimiento no sólo hay flujos de materiales sino también de información; entre los flujos es el de mayor importancia para la cadena de cualquier organización puesto que genera la integración y el mejor funcionamiento de todos los involucrados de la cadena. La importancia de esto radica en su aporte a la productividad de la gestión en la cadena de abastecimiento.

En los últimos 10 años, se ha visto el desarrollo de la llamada Tecnología de la información, y dentro de esta, los sistemas de información de las empresas. Es verdaderamente increíble lo revolucionarias que son las diversas herramientas que han aparecido en el entorno empresarial. Estas herramientas, entre las que se destacan la ERP y el EDI, han sido instauradas en todo el mundo industrializado. Se ha pasado de sistemas que comenzaron con la simple y eficiente tarea de realizar la planificación de las necesidades de material, a pasar a convertirse en los grandes integradores de las múltiples funciones de la gestión empresarial.

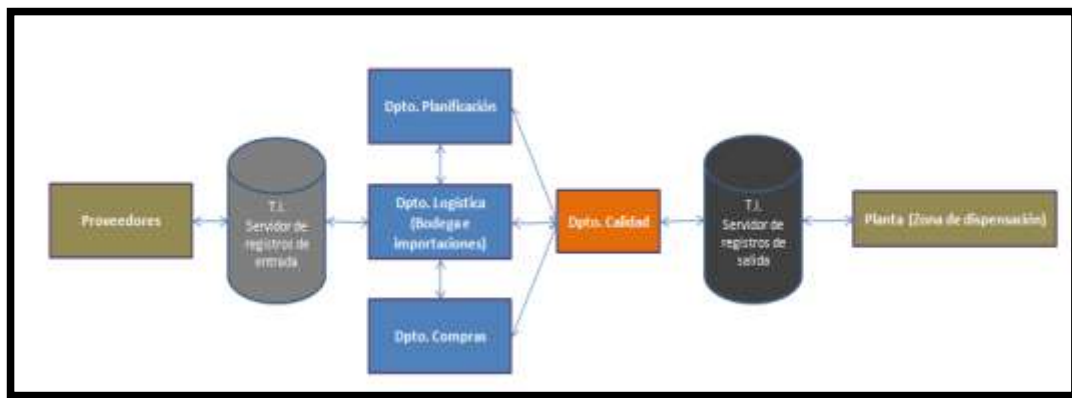


Figura 1. Representación de la cadena de abastecimiento interno en organización farmacéutica.

Un ERP es un sistema de información (SI) de una empresa que facilita la comunicación interdepartamental gracias a que comparte la información de todos los departamentos y se constituye en una herramienta para introducir cambios en los procesos de la empresa en el momento de la implantación. Los ERP integran al interior de las empresas diferentes áreas comprendidas desde fabricación, dirección general y marketing/ventas. Todas las áreas comprendidas en la cadena de abastecimiento son gestionadas y controladas por la aplicación ERP que se encuentra implantada. El esquema se compone básicamente en poseer un núcleo central representado por una base de datos a donde llega toda la información referente las actividades generadas por las aplicaciones particulares del sistema que conforman el ERP.

Los sistemas ERP tienen como objetivos principales:

- Optimización de los procesos empresariales
- Acceso a información confiable, precisa y oportuna
- La posibilidad de compartir información entre todos los componentes de la organización.
- Eliminación de los datos y operaciones innecesarias
- Reducción de tiempos costos de los procesos

En la actualidad, la informática está al alcance de cualquier empresa y el ERP pasa a ser un sistema que permite la adaptación de los procesos a las nuevas necesidades. Al mismo tiempo, se convierte en un factor clave para competir y no en un sistema que se encuentra reservado únicamente para las multinacionales. Por esta razón, el ERP se convierte en una herramienta necesaria para desarrollar estrategias en los sistemas de información de muchas empresas puesto que las nuevas tecnologías se basan en un sistema de gestión integrado.

El EDI o intercambio electrónico de datos es una herramienta o sistema que tiene como propósito realizar el intercambio electrónico de datos (de forma estructurada) entre los sistemas de diferentes empresas. Los datos intercambiados suelen ser documentos con formulación estándar que tiene informaciones relativas a una cadena de suministro, tales como cantidades a entregar, avisos de recepción, necesidades de reposición de stock, entre otras. Con la expansión de las tecnologías de comunicación como la Internet, el EDI se ha vuelto más accesible. En los últimos años, el EDI ha desempeñado un papel fundamental, cumpliendo funciones de promotor tecnológico en la implementación de diversas prácticas que buscan desburocratizar, agilizar y reducir los costos en las cadenas de suministro.

Retomando la descripción de la cadena de abastecimiento interno, se debe tener presente que está compuesta por una parte 100% administrativa integrada por los departamentos de Planificación, Compras e importaciones (logística), y otra operacional-semi administrativa compuesta por los departamentos de Calidad y Bodega (logística). El cliente interno de la cadena de abastecimiento es la zona de dispensación, ubicada en planta; dicha zona es un área aislada en planta, donde llegan los materiales y demás insumos, que se usaran en la programación de la producción del día, con labores de tres turnos (Producción continua).

La gestión de abastecimiento vista desde una amplia perspectiva, comienza por el departamento de Planificación, que con base en la información proforma y proyecciones de la demanda que le suministra el departamento de Mercadeo, planifica preliminarmente la producción de planta, y una vez realizado esto, le suministra la información al departamento Compras, quien coloca las ordenes de compras a los proveedores, con copia al departamento de Importaciones. Al llegar la mercancía a la Bodega como se muestra en la **Figura 1**, inmediatamente es revisada la documentación legal de la mercancía por parte del departamento de Importaciones, y con colaboración del departamento de Calidad, de los soportes de las especificaciones de calidad. El departamento de Calidad es el de mayor trascendencia en la gestión de abastecimiento, puesto que hace seguimiento a la mercancía entrante, programando su evaluación y entrega al cliente interno de la mercancía aprobada resultante, cuya información de estas, queda registrada en la base de datos del servidor de registros de salida. Al mismo momento que llega la mercancía a bodega, puede darse mercancía con documentación incompleta, especificaciones erróneas, etc., motivos por los que pueden ser devueltos a los proveedores, y se debería en caso tal, inmediatamente generar nuevas ordenes de compra. Adicional a esto, en el trascurso de la mercancía por medio de la cadena, si se llegan a presentar detecciones de otras no conformidades de documentación, físico-químicas u otros, por parte del proveedor externo, en cualquier momento, cualquier departamento está en la facultad de decidir previo análisis si se aprueba o no su uso, en concertación con el Departamento de Calidad.

Este trabajo propone un modelo de medición de la productividad de la gestión de abastecimiento moderno y efectivo, enfocado en la gestión del flujo de materias primas, dado que las materias primas representan los principios activos y excipientes que conforman las medicinas; compuestos que el

departamento de Calidad analiza como sus especificaciones físico-químicas. El ciclo de la productividad desarrollada por W. Edwards Deming²; es cíclico, y es con esto que describo las actividades en la gestión de abastecimiento interno. En la **Figura 2*** se describe los elementos del ciclo.

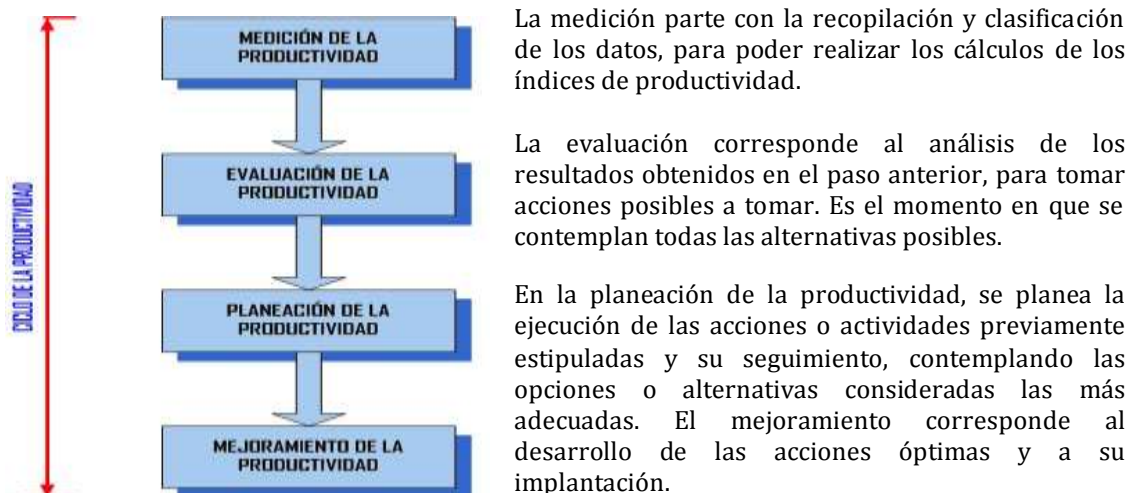


Figura 2. Ciclo de la productividad

Para aclarar el objetivo del presente documento, cabe destacar que sólo se desarrollan a detalle las dos primeras etapas con base al modelo CTPM. Esto debido a que se pretende mostrar como medir y evaluar la productividad por medio del modelo propuesto; las estrategias para su planeación y mejoramiento, existen varios modos de desarrollarlo, y es de libre escogencia del usuario, ejecutar los métodos o estrategias de planeación y mejoramiento de la productividad, más adecuadas a las características y necesidades de su organización.

La productividad, sea parcial o total, es la relación entre lo producido simbolizado con (O) en un periodo de tiempo, y los insumos (I) usados para lograr lo producido. Más adelante se ampliará el detalle de este cálculo.

² "Biografía referenciada por: PULIDO Juan. Ob. Cit., p. 18-20".

* Fuente: DEL POZZO MASTACHI Jorge "Apuntes de Medición y Mejoramiento de la Producción". (VIII) 2002.

Las posibilidades de mejora o declinación de la productividad se aprecian en la **Figura 3**; indicando con flechas si se aumenta, disminuye o mantiene, sea la producción o bien sean los insumos, en uno o el doble de veces (SUMANTH, 2005, pág. 381).

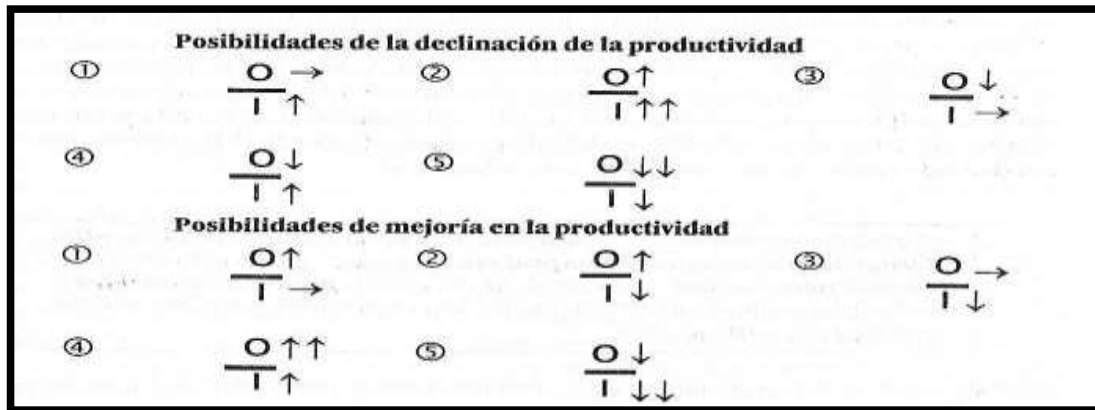


Figura 3. Las posibilidades de mejora o declinación de la productividad.

2.2 UNIDAD OPERACIONAL

Una de las muchas características únicas del modelo de productividad total (TPM) es su capacidad para proporcionar los índices de productividad, total y parcial, y no sólo a nivel agregado de la empresa, sino también el nivel de las micro operaciones que se requieren. Por ejemplo, una empresa de automóviles podría ser el caso de que las tasas de productividad son necesarias a nivel de productos (para cada tipo o modelo de vehículo), o el nivel de nivel de la planta o de la división e incluso a nivel corporativo. En este caso, las unidades operativas serían el producto, la división de la planta, y la corporación. De una manera similar, en el caso de un banco con un número determinado de sucursales, de oficinas regionales y la propia corporación como tal. En un negocio de comida rápida, las unidades operativas podrían ser sándwiches, refrescos, tiendas bajo franquicia, tiendas propias y la corporación. En un hospital, las unidades

operacionales pueden ser los relacionados con el tipo de servicio para el paciente, los servicios de egresos, servicios de alta o de grupos relacionados con el diagnóstico. De hecho, el TPM se puede aplicar a cualquier tipo de organización donde existan personas o se usen máquinas, equipo, materiales y energía.

Retomando el caso en estudio, las unidades operacionales se asumirán como cada uno de los departamentos que conforman a la cadena de abastecimiento interno. Cabe resaltar que en el desarrollo de este trabajo, mencionaremos la interacción entre departamentos que conforman la cadena de abastecimiento, como una relación entre clientes y proveedores internos.

3. MODELO PROPUESTO

3.1 MODELO CTPM Y SU INDICE DE GESTIÓN CTPI t

A partir de los últimos años de la década del noventa y en la primera década del presente siglo la planeación estratégica se concentra a un mismo tiempo en la calidad, la tecnología y la productividad total. La necesidad de lograr un equilibrio y armonía tanto en el plano de las estrategias como en el marco de la gestión de los negocios dio lugar a la necesidad de desarrollar la *gestión total de la productividad* (conocido también como administración de la productividad total). La gestión total de la productividad puede definirse como el proceso de administración que sigue las cuatro fases del "ciclo de la productividad" que se ha descrito anteriormente en este documento; a efectos de incrementar la productividad total y reducir los costes totales unitarios de productos y servicios dentro del más alto nivel posible de calidad.

La clave para poner en práctica la Gestión Total de la Productividad radica en actuar y medir de manera simultánea el impacto de los cambios realizados sobre todos y cada uno de los componentes que participan en el proceso productivo de la gestión de abastecimiento.

El desarrollo de ésta nueva metodología de gestión obedece al impulso y creatividad del *Dr. David Sumanth*, quién articuló y combinó una serie de sistemas y metodologías de trabajo tales como el TQM, el TPM, el "Just in Time", la reingeniería, los círculos de calidad, el benchmarking y el Desarrollo Organizacional, para dar lugar a éste nuevo sistema de gestión y análisis. Si bien el Dr. Sumanth le dio a su método el nombre de "*Administración para la Productividad Total*" se considera menester que al igual que en materia de Calidad la Gestión de la Productividad, debe ser problema y objetivo de todos los sectores e individuos de la organización, por tal motivo el concepto de "*Gestión*

Total" es en principio más claro y apropiado, y es lo que se pretende explicar en el desarrollo de este trabajo, con el nombre de "Productividad total compensada (CTPM)" que propuso poco después de establecer su modelo de *"Administración para la Productividad Total"*³.

Haciendo una breve reseña de la experiencia del Dr. Sumanth; es de destacar que el Dr. David J. Sumanth es profesor y director fundador (desde 1979) del Grupo de Investigación de la productividad en la Universidad de Miami. En 1979, introdujo "Ingeniería de la productividad", como la constitución de una Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad de Miami, por lo que es la primera universidad de los EE.UU. para ofrecer dicho programa. Fundó la serie de la Conferencia Internacional sobre la Productividad y la Investigación de Calidad, y presidió las primeras cinco conferencias desde 1987 hasta 1995. También fundó la Sociedad Internacional de Investigación para la Productividad y la Calidad en 1993, y sirve como presidente de su junta directiva. Asimismo, es Editor en Jefe de la Revista Internacional de Investigación de Productividad y Calidad, que también fundó en 1995.

El modelo de productividad total se representa de la siguiente manera:

$$TPM = \text{Resultado tangible total} / \text{Insumo tangible total}$$

$$TPM = O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + \dots + O_n / H + M + FC + WC + E + X$$

Donde:

O n= Representa los resultados o producido por la unidad operacional.

³LEFCOVICH, Mauricio, Consultor en Administración de Operaciones. "Gestión y productividad"
Internet: <http://winred.com/management/gestion-total-de-la-productividad/gmx-niv116-con2718.htm>

[H, M, FC, WC, E, X]= Son los insumos en su orden respectivo: Humanos, Materiales, Capital fijo y capital de trabajo, Energía y Otros.

Para hablar de productividad total, los seis insumos que describe el modelo, son la sumatoria de los seis insumos que necesita cada unidad operacional, realizando también la sumatoria de lo producido por las unidades operacionales.

Poco tiempo después de presentar el modelo de administración de la productividad total, el Dr. Sumanth con base en este, propuso un modelo aún más integral denominado “Administración de la productividad total compensada”, el cual contempla adicionalmente los insumos intangibles.

La relación que representa la productividad de la gestión, de resultados de materiales aprobados e insumos asignados por cada unidad operacional en el transcurso del proceso, fue descrita anteriormente, y esto se desarrolla en un periodo de tiempo en particular, que se ha mencionado es de un mes específico que representa alta demanda, y dificultad para abordar mayor demanda por la restricción de proveedores de materiales e insumos, y la evidencia de una baja productividad en la gestión de abastecimiento. Ahora bien, cuando se desea hacer un análisis de los resultados en el horizonte de tiempo, se trata el concepto de índice de productividad, que es la relación de valor relativo de la productividad de una unidad operacional en un momento o instante de tiempo presente, respecto a una productividad en un instante o momento de referencia anterior a este.

El índice de la productividad total compensada (CTPI t) se compone del índice de productividad total, multiplicado por el índice de factores intangibles, que para el caso de estudio, se propone el peso promedio ponderado de los valores monetarios que corresponden a los elementos que conforman el control de la calidad y no calidad de cada unidad operacional, en relación a la proporción del

Good Will en el contexto de la gestión de abastecimiento⁴. En la **Figura 4** se detalla este cálculo.



Figura 4. Índice de productividad total compensada.

Los tipos de formatos para registros de los datos de entrada se de describirán en el capitulo siguiente.

3.2 CAUSAS Y FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO

En la figura debajo descrita, se presentan los principales factores que afectan la productividad de la gestión de abastecimiento. Note que las mayores causas que generan impacto en la gestión de la cadena de abastecimiento se encuentran concentrados en el factor de calidad “Materia Prima y material de empaque”, lo que justifica el hecho de hacer hincapié en el control de productividad de la

⁴ Ibíd. Pág. 37

gestión del flujo de materiales, en especial en lo que se refiere a la materia prima de la medicina a fabricar, sobretodo por que la relación de rendimiento es de 1:1000 en promedio; es decir, que un kilo de materia prima, equivale a 1000 unidades de producto final.

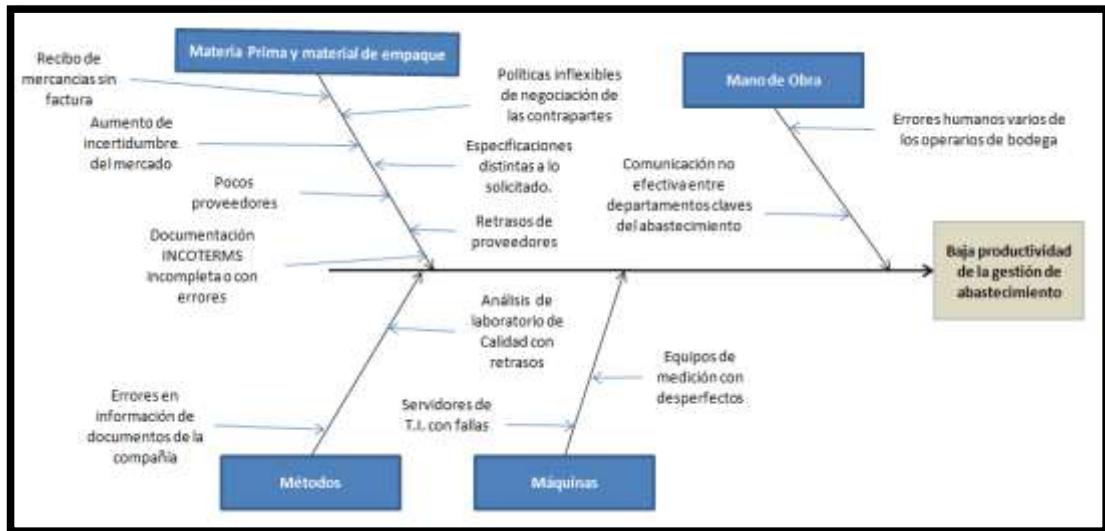


Figura 5. Diagrama de causas y efectos

Este diagrama nos describe lo que genera la baja productividad de la gestión de abastecimiento actualmente. Se resalta que a menudo se presentan situaciones que impactan más en la disminución de la productividad de la gestión de abastecimiento en una empresa farmacéutica, tales como:

- ✓ Re- envío de materias primas a análisis externo, por falta de equipo en la empresa para este fin.
- ✓ Cambio de priorizaciones de producción por efectos de la demanda de clientes preferenciales; sumando a esto cambios recientes de proveedores.
- ✓ Devoluciones y reposición de materias primas que llegan a bodega sin cumplir con todos los requisitos solicitados.

3.3 CÁLCULOS Y FORMATO PROPUESTO DEL REGISTRO DE LOS ELEMENTOS TANGIBLES E INTANGIBLES DEL MODELO

En la **Figura 6** se describe el suceso particular que existe en la gestión de abastecimiento en una empresa farmacéutica. El aporte que pretende este trabajo, se fundamenta en esta particularidad de la productividad en la gestión de abastecimiento, y radica en que el mes que se ha mencionado anteriormente se toma como periodo de estudio, es un mes equivalente, puesto que el inicio de la gestión de cada departamento no se da al mismo tiempo, ni en el mismo mes, por lo que algunos elementos o insumos (Valorados en peso colombiano) se difieren en el periodo de los tres meses en estudio (Valor presente neto). Para el abastecimiento de materiales a planta, por política de la compañía la gestión completa se debe dar en dos meses, pero a veces por dificultades con la obtención a tiempo de la mercancía, y el alto volumen de unidades a producir, envío a análisis externo de materia prima entre otros imprevistos, se requiere parte de un tercer mes adicional como se presenta en este caso, en el cual; el valor monetario de la mercancía que ingresa a la cadena de abastecimiento interno para el tercer mes es el resultado de la suma de los valores presentes netos de cada mes de los tres.

En la **Figura 6** se describe de maneras gráficas la proporción de gestión de materias primas requeridas en planta para el mes tercero, y en rojo el resto de labores o actividades que debe desarrollar cada departamento o unidad operacional. Es de destacar, que la labor más exigente se presenta en el departamento de Bodega y de Calidad, puesto que además de hacer uso de sus insumos, manipulan y almacenan los materiales, lo que conlleva un mayor uso de insumos, en comparación con los demás departamentos; por tal motivo se propone, en el desarrollo de los cálculos de índices de productividad de cada

unidad operacional, comparar con la productividad de la gestión ponderada de los proveedores externos como base o referencia, y no con los índices entre los mismos actores o agentes de la cadena de abastecimiento interno. Es importante mencionar que en el periodo en estudio (mes 3) la gestión de los departamentos de Calidad y Bodega que se considera crítica para el abastecimiento, es la aprobación de materiales y otros insumos, al igual que su rápida ubicación y movilización posterior a zona de dispensación de planta.

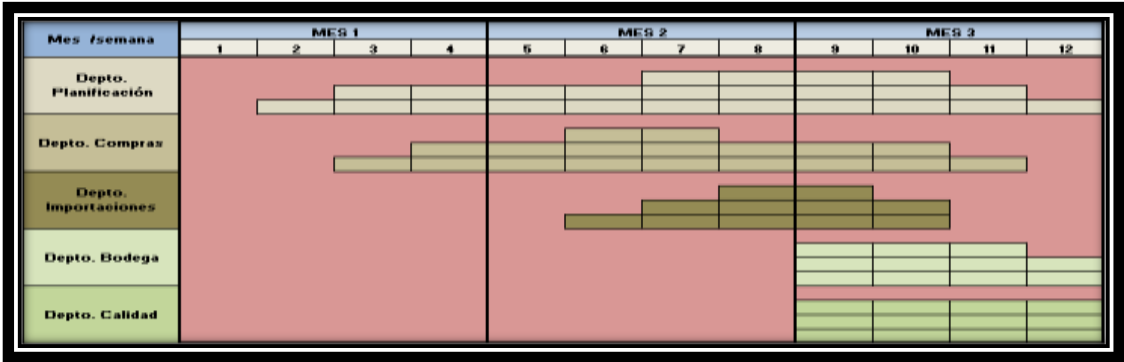


Figura 6. Diagrama representativo de la gestión de la cadena de abastecimiento.

A continuación en el **Cuadro resumen 1** se consolida todos los datos de entrada, necesarios para los cálculos de productividad. Este formato de registros en su desarrollo es opcional, puesto que el lector está en la libertad de realizar el formato que considere apropiado, pero contemplando los parámetros anteriormente establecidos. El desarrollo de este es con base al original presentado en la obra del Dr. Sumanth, con algunas modificaciones propias, para adaptarlo al caso en estudio.

Como se aprecia en este cuadro, a diferencia de otros formatos de registro existentes para el registro de datos de entrada del modelo; la comparación se realiza entre las características o factores productivos de cada departamento, denominados como instancia 0, 1, 2, 3 y 4. Más adelante, al realizar el ajuste de los valores presentes en este formato por razones de inflación, entra a considerarse un agente adicional en la cadena de abastecimiento interno,

llamado “Proveedores externos.” Se empieza a enlistar todos los factores que determinan los resultados; los resultados en una cadena de abastecimiento interno, son las mercancías compradas a los proveedores representadas en cantidad monetaria (Pesos Colombianos) que ingresan que ingresan a bodega, y que luego de haber sido verificadas el cumplimiento de los requerimientos documentales exigidos previamente a los proveedores, y adicionalmente comprobado la calidad de las mismas, se les da una aprobación.

Cada departamento obtiene al final del periodo un resultado de aprobaciones, pero el resultado que percibe el cliente interno (Zona de dispensación), es el que se obtiene al final de la cadena (Departamento de Calidad); adicionalmente la cadena de abastecimiento, repartido homogéneamente ingresos adicionales, que soportan urgencias varias (Reposición inmediata de materiales, compras de precintos, entre otras) que se puedan presentar, a través de dividendos de seguros, intereses de bonos emitidos y otros ingresos. Luego de definir los resultados, se desglosan los insumos o recursos usados por cada departamento (La connotación “recursos”, se aplica para los elementos que se involucran directamente y de manera dinámica con la gestión de abastecimiento), tales como: Recursos humanos, recursos materiales, insumos de capital fijo, insumos de capital de trabajo, insumos de energía e insumos de otra clasificación. No se debe dejar de tener presente que la cadena de abastecimiento se divide en dos grandes grupos, puesto que a pesar que todos estos departamentos pertenecen al área operacional de esta compañía, los departamentos de Calidad y bodega, desempeñan una función mixta (Operativa-Administrativa), lo que se refleja en mayor proporción al tratar los insumos por concepto de capital fijo y capital de trabajo, como se puede apreciar en el ***cuadro resumen 1***.

Para los cálculos de insumos tangibles se tienen las siguientes formulas para el desarrollo de los índices de productividad y ganancia presentados en su orden respectivo en la sección de índices de productividad en el **cuadro resumen 2 y cuadro resumen 3**:

Productividad total (i)=PTi= O_i / I_i ; donde **O_i**=Resultados de la unidad operacional o departamento, e **I_i**=Insumos asignados del departamento. Para determinar la productividad total de los proveedores externos, se tomó una ponderación del nivel de servicio de los proveedores externos. Esta información fue suministrada por la compañía, y que es de 0,953; el nivel de servicio hace referencia a la relación de lo que pide el cliente, y el grado de cumplimiento a los pedidos realizados.

Productividad total de la cadena de abastecimiento= Promedio de resultados / Promedio de insumos. Se promedian los resultados e insumos en este caso, dado que es el valor de una misma cantidad de mercancía que ingresa y gestionada a través de la cadena de abastecimiento interno, y los insumos promediados, puesto que como se mencionó en incisos anteriores de este documento, los insumos para los departamentos de Calidad y Bodega, los cuales se les incluye los valores ingresados en inventario.

Punto de equilibrio de la productividad total= $PE=0=a*(PTE)-b$, entonces **$PTE=b/a$** ; donde **PE**=Ganancia de la empresa es nula (0), **PTE**=productividad total de la empresa, **a**=Insumos totales de la cadena de abastecimiento, siendo la sumatoria de los insumos totales de todos los departamentos, **b**=Es la diferencia de los insumos totales, menos la sumatoria de capital de trabajo de los departamentos. Para cada departamento en particular, aplica esta misma formula, haciendo uso de los totales correspondientes.

Ganancia obtenida por unidad operacional=Pi= (PTi -1)*Ii + WCi; donde **PTi=** Productividad total del departamento, **Ii=**Insumos totales del departamento y **WCi=**Total de capital de trabajo del departamento.

Para determinar la ganancia de toda la cadena, se suman las ganancias obtenidas por unidad operacional.

Índice de productividad total=PTi / PT Proveedores externos; al tratar el concepto de índices, se debe tener en cuenta, que estos no son más que una relación de la productividad total de la unidad operacional con base a una instancia base, que para este caso se considera la productividad total ponderada que se estipula de los proveedores externos. En la compañía se llegó a un consenso de que este valor fuera 1, dado que se asume que los proveedores gestionan sus actividades operacionales de despacho al 100% para lograr los pedidos solicitados en la puerta del cliente. De esta manera se hace comparación de la productividad en la gestión de cada agente de la cadena de abastecimiento interno de la compañía, con la gestión de despacho de los proveedores externos.

Índices de factores intangibles= Es la variación relativa del valor del factor intangible neto por unidad operacional, con base al departamento inicial de la cadena. Se toma como primer agente de la cadena el departamento de Planificación, puesto que son los que planifican en concertación con el departamento de Mercadeo, todo lo que se va a gestionar en la cadena de abastecimiento interno; por lo que requieren mayor cantidad de insumos de índole administrativo, en comparación a los demás departamentos de la cadena.

Índice de productividad total comprensiva (CTPI t)= PTi * Índice de factor intangible. Este índice muestra cómo es el impacto de la gestión del aseguramiento de la calidad por cada unidad operacional.

Productividades parciales= Oi / Insumo base; donde **Oi=**Resultados de la unidad operacional, entre el insumo base al que se hace referencia. Por ejemplo:

Productividad humana= Resultados de la unidad operacional / Recursos humanos⁵. Los índices de productividad correspondientes, se calculan del mismo modo mencionado anteriormente.

De los insumos intangibles es importante notar del **cuadro resumen 1**, que aplican a este caso en particular, como los elementos de la gestión de calidad y BPM presentes en cada uno de los departamentos, los cuales dan soporte a una cultura de mejoramiento continuo. Los valores del factor intangible neto, es la diferencia entre el valor del factor intangible productivo y el improductivo; estos valores son una ponderación de los costos y gastos de calidad y no calidad, con base a la proporción de Good Will que representa toda la cadena de abastecimiento interno. Estos valores llevan a los índices de factor intangibles, que no son más que la variación relativa respecto a la instancia 0 (Dpto. Planificación) de cada departamento; estos valores resultantes son esenciales para el cálculo del (CTPI t) descrito en el inciso anterior. Es indiferente al momento de desarrollar un modelo de estos, el tipo de factores intangibles que desee considerar, por lo tanto, quien quiera aplicar un modelo de este estilo en su compañía, puede tomar los elementos intangibles que considere de mayor impacto en la organización.

El valor del Good Will, fue suministrado por la compañía, pero presento a continuación para referencia del lector, un breve procedimiento para calcular el valor del intangible Good-Will. Debe hacerse una proyección de los flujos de caja sin tener en cuenta las cargas financieras y la amortización de la deuda durante un plazo justo; dicha proyección se puede definir con base en criterios como avances tecnológicos, grado de deterioro de los activos productivos, la posibilidad de aparición de productos sustitutos, etc.

⁵ “Productividad y Valor de la empresa”; pág. 6. Internet:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/zamacona_s_r/capitulo4.pdf

Todas las proyecciones deben realizarse a precios corrientes; es decir, teniendo en cuenta aspectos como la inflación, devaluación y aumento o disminución en el número de unidades para producir y vender. La tasa de descuento utilizada será una tasa de oportunidad de mercado que contemple el riesgo de acuerdo con la naturaleza del negocio y debe ser convenida entre las partes que analizan la transacción. Debe tenerse presente que a medida que aumente la tasa de descuento disminuye el valor del intangible "Good-Will", en igualdad de las demás condiciones.

El flujo de caja del negocio (no del inversionista), es similar al estado de resultados pero difieren en que el primero es con base en EFECTIVO y el segundo con base en CAUSACION; el estado de resultados incluye intereses y el flujo de caja no, y en el flujo de caja la depreciación hace las veces de escudo fiscal con el fin de ahorrar impuestos. Ahora bien, se debe calcular el Good-Will con base en el flujo de caja y no con base en el estado de resultados, por que al adquirir un activo se espera que este genere beneficios en efectivo que sean independientes del grado de endeudamiento que dicho activo tenga, debido a que el hecho de tener o no acreencias no afecta para nada los ingresos y costos operativos, que en ultima instancia son los que determinan el concepto de Good-Will del negocio⁶. El valorar una empresa es muy importante para tomar decisiones de: Adquisiciones o ventas de empresas, fusiones, establecimiento de acuerdos de compraventa, capitalización de una empresa, valoración de activos intangibles, obtención de líneas de financiación, valoraciones patrimoniales, valorizaciones fiscales, compraventa de acciones, herencias, suspensiones de

⁶Registro contable del Good Will.

Internet: <http://www.jccconta.gov.co/consejot/publicaciones/Conceptos-PDF/1999/registro%20del%20good%20will%20y%20know%20how.pdf>

ÁLVAREZ GÓMEZ Gonzalo Armando,

Internet: <http://www.monografias.com/trabajos/valorarempresa/valorarempresa.shtml>

pago, entre otros. En síntesis, la medición de la valorización de una empresa, da respuesta a preguntas como: ¿Cuánto vale mi negocio?, ¿Cuál ha sido la rentabilidad sobre la inversión de mi negocio? y ¿Qué se puede hacer para mejorar esta rentabilidad y crear riqueza?⁷

En el ***inciso 3.4*** se describen los diversos costos de calidad que se consideraron en la elaboración del modelo propuesto.

⁷ PHILIPPATOS George C. Fundamentos de Administración Financiera. México: 1979 McGraw Hill. Pág.: .357-374

Cuadro resumen 1. Formato de consolidación de datos de entrada

	RESULTADOS Y RECURSOS DEL PERÍODO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO INTERNO				
	Instancia 0	Instancia 1	Instancia 2	Instancia 3	Instancia 4
	Dpto. Planificación	Dpto. Compras	Dpto. Importaciones	Dpto. Logística y Almacenaje	Dpto. Calidad
Resultados del mes					
Cantidad de MP aprobada	249.819,165	251.017,277	252.368,340	249.819,165	247.289,990
Cantidad de ME aprobada	176.442,261	177.531,941	180.263,100	176.859,121	174.800,582
Cantidad de MP parcialmente aprobada	4.741,496	3.783,231	2.472,700	4.894,476	7.341,624
Cantidad de ME parcialmente aprobada	3.532,438	4.483,817	1.793,527	5.021,255	7.157,690
Cantidad de MP rechazada o en devolución al proveedor	(396,805)	(177,007)	(76,470)	(203,534)	(305,303)
Cantidad de ME rechazada o en devolución al proveedor	(109,250)	(68,281)	(27,313)	(104,576)	(145,667)
Dividendos de seguros	2.500,000	2.500,000	2.500,000	2.500,000	2.500,000
Ingresos de bonos	1.764.054,45	1.764.054,45	1.764.054,45	1.764.054,45	1.764.054,45
Otros ingresos					
Total resultados del mes	440.333.240	440.894.532	441.957.934	440.648.689	440.362.373
Recursos humanos					
Colaboradores Técnicos			11.121,731	37.894,327	16.570,423
Colaboradores Operarios				60.516,306	33.888,568
Colaboradores Profesionales	66.319,627	61.823,739	29.439,676	73.539,689	41.275,826
Pasantes SENA	3.925,317	2.747,722	1.308,439	3.271,091	1.691,814
Total de recursos humanos	92.244.943,34	64.571.460,76	41.870.045,47	165.190.413,79	92.506.631,72
Recursos materiales					
Insumos procesamiento de información	36.309,190	46.412,240	24.206,120	60.516,306	72.676,360
Herramientas de medición y control SGC				15.000,000	70.000,000
Suministros de oficina varios	4.906,648	6.542,195	3.271,097	3.177,743	9.619,292
Total de insumos materiales	41.215,838	52.954,435	27.477,217	83.693,049	152.431,852
Insumos de capital fijo					
Edificios y estructuras	16.521,936	21.782,979	16.521,986	32.609,936	27.782,979
Maquinaria				69.457,447	
Herramientas y equipo de soporte				70.197,214	48.202,101
Gestión de Investigación y desarrollo	4.000,000	3.472,870	3.472,870	5.000,000	36.000,000
Total de insumos capital fijo	22.521.936	31.255.849	21.994.856	177.464.531	111.985.180
Insumos de capital de trabajo					
Inventario en cuarentena:					
Inventario de materia prima en análisis				254.917,515	254.917,515
Inventario de material de empaque en análisis				182.083,940	182.083,940
Electivo	97.114,54	145.667,152	97.114,54	145.667,172	145.667,152
Documentos por cobrar	63.022,432	94.883,849	63.022,432		
Notas por cobrar	33.989,002	10.363,503	33.989,002		
Total de insumos per capital de trabajo	194.222,869	291.324,382	194.222,869	592.658,527	582.658,607
Insumos de energía					
Gas				29.376,875	35.252,290
Electricidad	21.611,356	28.201,680	14.180,906	35.252,290	42.302,700
Agua	31.727,025	42.302,790	21.611,356	52.878,175	63.454,050
Total de insumos de energía	53.338,381	70.504,470	35.792,262	117.507,360	141.009,040
Insumos de otra clasificación					
Fletes	2.903,656	3.894,733		5.827,100	
Impuestos	3.963,879	5.295,071	2.642,596	7.307,757	6.606,464
Ajustes por inflación	424,247	565,863	282,832	849,456	797,079
Dividendos	2.418,095,27	2.418,095,27	2.418,095,27	2.418,095,27	2.418,095,27
Total de insumos per otra clasificación	6.710,880	12.147,323	5.337,223	17.015,167	9.725,349
Insumos totales	412.797.481	524.767.521	326.154.460	1.543.429.333	1.084.326.349
Insumos Intangibles					
Activo de propiedad intelectual:					
Good-vill, Valor atribuido a la cadena de abastecimiento interna	2.857.000,000	2.857.000,000	2.857.000,000	2.857.000,000	2.857.000,000
Costos de administración del sistema de gestión calidad (SGC):					
Insumos usados en el programa de prevención para mejora en SGC:					
Gastos en proyectos de mejoramiento de la calidad	3.672,288	3.379,517	1536,144	1.996,937	5.376,504
Auditorías internas al aseguramiento de la calidad	4.381,203	4.731,124	2.160,602	2.756,762	7.527,166
Materiales y tiempo destinados a capacitación	1.643,373	2.827,710	921,696	1.196,192	3.225,803
Actualización de registros documentados del sistema de gestión de la calidad	3.672,288	3.379,517	1536,144	1.996,937	5.376,504
Total insumos usados en el programa de prevención para mejora en SGC	12.289,153	13.518,868	6.144,576	7.997,349	21.506,017
Insumos usados en el programa de evaluación para mejora en SGC:					
Gastos de verificación de la calidad por parte del colaborador	17.284,814	18.325,295	8.882,407	11.183,129	30.106,424
Evaluación de la calidad en la recepción de MP_ME en bodega	19.265,416	21.290,857	9.677,708	12.584,820	33.871,577
Auditorías por organismos certificadoros	6.451,805	7.096,395	3.225,903	4.193,873	11.298,659
Total insumos usados en el programa de evaluación para mejora en SGC	43.012,034	47.313,228	21.586,017	27.957,822	75.271,660
Total insumos intangibles productivos	55.301,187	60.831,306	27.650,593	35.945,771	96.777,077
VALOR DEL FACTOR INTANGIBLE PRODUCTIVO	0,021	0,023	0,019	0,014	0,036

Cuadro resumen 1. (Continuación)

<i>Gastos por fallos internos ocasionados</i>						
Falta de gestión de la dirección	\$	20.645,776	\$	20.645,776	\$	10.322,888
Gestión de reproceso por no conformidades presentes	\$	11.797,587	\$	11.797,587	\$	5.898,793
Preparaciones a equipos y sustitución de herramientas					\$	1.327,228
Total gastos por fallos internos ocasionados	\$	32.443.363	\$	32.443.363	\$	16.221,681
<i>Gastos por fallos de los proveedores externos y a clientes de la compañía</i>						
Gastos por reposiciones o cambios	\$	602,168	\$	729,624	\$	150,542
Gastos por eliminación de desechos generados por recepción defectuosa					\$	254,416
Gastos por concesiones o descuentos	\$	370.505,90	\$	360.505,90	\$	94.626,48
Gastos por devoluciones del cliente	\$	68.019,25	\$	82.271,30	\$	17.284,81
Pérdida de clientes	\$	880.666,48	\$	880.666,48	\$	880.666,48
Tramitación de quejas y reclamaciones	\$	86.324,07	\$	104.089,12	\$	21.506,02
Total gastos por fallos externos de la organización	\$	2.016.184	\$	2.157.157	\$	1.164.546
Total insumos intangibles improductivos	\$	34.459.547	\$	34.600.520	\$	17.386.227
VALOR DEL FACTOR INTANGIBLE IMPRODUCTIVO		0,013		0,013		0,007
VALOR DEL FACTOR INTANGIBLE NETO		0,008		0,009		0,004

Fuente: Elaboración propia

3.4 COSTOS DE CALIDAD Y NO CALIDAD COMO FACTORES ESENCIALES INTRÍNSECOS DEL PROCESO

Para el caso en estudio, se determinó que un factor de gran impacto en la gestión de abastecimiento es la gestión de mejora continua, enmarcada en el contexto de costos de calidad. El cálculo de los costos de calidad representa una herramienta para la alta gerencia en las empresas, con el propósito fundamental de contribuir a la toma de decisiones acertadas. Se denominan en este documento a los costos de calidad, como “Insumos intangibles productivos”, dado que son insumos que se usan de manera adicional, en pro de asegurar y mejorar la calidad de los materiales aprobados; a los costos de no calidad se le denominan “Insumos intangibles improductivos”, a los insumos que se usan de manera extraordinaria, pero que se usa para corregir fallos, errores, entre otras no conformidades, que no le aportan a la calidad y productividad de la gestión de abastecimiento.

Cuadro resumen 2. Formato de datos consolidados e índices de productividad

		RESUMEN DE INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS ACTORES DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO INTERNO					
		Instancia 0	Instancia 1	Instancia 2	Instancia 3	Instancia 4	
		Proveedores externos	Dpto. Planificación	Dpto. Compras	Dpto. Importaciones	Dpto. Logística y Almacenaje	Dpto. Calidad
Resultados del mes		\$ 445.720.000	\$ 440.535.240	\$ 440.894.932	\$ 441.257.924	\$ 440.648.508	\$ 440.562.373
Total de recursos humanos			\$ 82.244.943,94	\$ 84.571.460,76	\$ 41.870.045,47	\$ 165.190.413,79	\$ 82.506.631,72
Total de insumos materiales			\$ 41.215.826	\$ 54.954.435	\$ 27.477.217	\$ 85.689.343	\$ 152.431.652
Total de insumos capital fijo			\$ 22.521.986	\$ 31.255.849	\$ 21.994.856	\$ 237.464.593	\$ 205.985.110
Total de insumos por capital de trabajo			\$ 294.222.809	\$ 291.394.503	\$ 194.222.869	\$ 822.558.627	\$ 582.668.607
Total de insumos de energía			\$ 52.878.375	\$ 70.504.500	\$ 39.252.290	\$ 117.307.500	\$ 143.089.000
Total de insumos por otra clasificación			\$ 9.713.481	\$ 12.147.373	\$ 5.337.223	\$ 17.035.157	\$ 9.725.948
Insumos totales			\$ 412.797.481	\$ 524.767.921	\$ 326.154.460	\$ 1.543.429.333	\$ 1.084.526.349
Insumos Intangibles							
Activo de propiedad intelectual							
Good Will			\$ 2.857.000.000	\$ 2.857.000.000	\$ 2.857.000.000	\$ 2.857.000.000	\$ 2.857.000.000
(Es igual a la diferencia entre valor de mercado y el de los activos netos de la compañía, discriminado mes * ponderación del área 25%).							
Costos de administración del sistema de gestión calidad (SGC):							
Total insumos usados en el programa de prevención SGC			\$ 12.289.153	\$ 13.518.068	\$ 6.144.576	\$ 7.987.949	\$ 21.506.017
Total insumos usados en el programa de evaluación SGC			\$ 43.012.834	\$ 47.813.298	\$ 21.506.017	\$ 27.957.832	\$ 75.271.040
Total insumos intangibles			\$ 55.301.987	\$ 60.831.306	\$ 27.650.593	\$ 35.945.771	\$ 96.777.077
VALOR PORCENTUAL DEL FACTOR INTANGIBLE NETO			0,78%	0,99%	0,39%	0,33%	1,21%

Índices de productividad							
Productividad total (a Ponderación del nivel de servicio de los proveedores)		0,958	1,067	0,843	1,352	0,285	0,406
Productividad total de la cadena de abastecimiento:		0,566					
Punto de equilibrio de la productividad total (\$/\$):		0,44					
Ganancia obtenida por unidad operacional			\$ 221.758.628	\$ 207.481.315	\$ 309.126.343	\$ 180.222.098	\$ 160.295.169
Ganancia obtenida por la cadena de abastecimiento:		\$ 495.828.820					
Índice de productividad total (\$/\$)		1	1,119	0,882	1,439	0,300	0,426
Índice de factores intangibles (\$/\$)			1,000	1,159	0,492	0,420	1,544
Productividad total comprensiva			1,119	1,130	0,699	0,126	0,658
Índices de productividades parciales (\$/\$)							
Índice de:			4,774	6,828	10,534	2,668	4,760
productividad humana		1*	1,490	2,287	0,939	0,997	0,997
Índice de:			10,684	8,023	16,052	5,265	1,889
productividad material		1,000	0,751	1,562	0,893	0,270	0,270
Índice de:			2,032	1,387	2,040	0,580	0,659
productividad capital		1,000	0,673	1,064	0,187	0,325	0,325
Índice de:			8,327	6,255	12,512	3,750	5,123
productividad de la energía		1,000	0,751	1,562	0,498	0,375	0,375
Índice de:			45,332	36,255	82,638	15,897	45,280
productividad por otros gastos		1,000	0,801	1,825	0,571	0,999	0,999

*Los índices de productividad en esta sección son resultados en negrilla, los valores de productividad están ubicados correspondientemente en su parte superior.

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, en el **Cuadro resumen 1**; los valores de factor intangibles productivos e improductivos, son ponderaciones respecto a la porción de Good Will atribuida a la gestión de abastecimiento de materiales de empaque y materia prima, y estos valores de factor intangible se calcularon con base a un procedimiento de calculo de costos y gastos de calidad y no calidad propuestos por los autores en su trabajo de grado denominado “Procedimiento

para el calculo de los costos de calidad”. (LIUDMILA Jorge, 2009, págs. 39-48), y a adaptaciones propias a este para los propósitos del presente documento.

El lector está en la libertad de considerar el procedimiento y métodos de cálculos de los intangibles, que considere apropiados o críticos en controlar dentro su organización. Es decir, se deben tomar los factores intangibles más incidentes en la gestión de abastecimiento, según la realidad que vive su organización, además de la dimensión comercial de esta.

A continuación se detallan los cálculos realizados de intangibles, según las formulas propuestas para la gestión de abastecimiento interno:

Insumos intangibles productivos:

Insumos usados en el programa de prevención para mejora en SGC

- Gastos en proyectos de mejoramiento de la calidad: Son los costos derivados del tiempo que el personal dedica a realizar estudios de mejoramiento de calidad como diseño de acciones correctivas o implantación de mejoras.

$$Gpm = \sum_{i=1}^n (Trem * Hrem)$$

Donde:

- ✓ Gpm: Gastos en proyectos de mejoramiento de la calidad.
 - ✓ Trem: Tarifa Horaria del personal de calidad que realiza estudios de mejoramiento.
 - ✓ Hrem: Horas dedicadas por el personal de calidad en estudios de mejoramiento.
-
- Auditorias internas al aseguramiento de la calidad: Son los costos derivados de las inspecciones que realizan los especialistas principales de las diferentes

áreas a las actividades de su especialidad en los diferentes controles establecidos.

$$GPAIE = \sum_{i=1}^n Gsie + \sum_{i=1}^n Gmie$$

Donde:

- ✓ GPAIE: Gastos de prevención por auditorías (Inspecciones) de especialistas de las diferentes áreas.
 - ✓ Gsie: Gastos de salario de los especialistas principales durante las inspecciones.
 - ✓ Gmie: Gasto de materiales en que incurren los especialistas principales en las inspecciones.
-
- Materiales y tiempos destinados a capacitación: Son los costos derivados del valor de los materiales invertidos en la capacitación y los salarios devengados por el personal en la capacitación. Además se pueden los gastos por concepto de alimentación.

$$GPMT = \sum_{i=1}^n Gspic + \sum_{i=1}^n Gmdc + \sum_{i=1}^n Gadc + \sum_{i=1}^n Gtransp$$

Donde:

- ✓ GPMT: Gastos de prevención como consecuencia de materiales y tiempos invertidos por el personal en la capacitación.
- ✓ Gspic: Gastos de salario del personal involucrado en la capacitación.
- ✓ Gmdc: Gastos de materiales durante la capacitación.
- ✓ Gadc: Gastos de alimentación durante la capacitación
- ✓ Gtransp: Gasto de transportación durante la capacitación.

- Actualización de registros documentados del sistema de gestión de la calidad: Son los costos derivados del valor de los materiales y el tiempo invertido en la reelaboración de la documentación ya sean, procedimientos, instrucciones o manuales del Sistema de Gestión de la Calidad, para su puesta en conformidad con nuevos requisitos.

$$GPMD = \sum_{i=1}^n Gsprd + \sum_{i=1}^n Gmprd + \sum_{i=1}^n Gerd$$

Donde:

- ✓ *GPMD*: Gastos de prevención como consecuencia de los cambios necesarios de la documentación del sistema de gestión para el cumplimiento con nuevos requisitos.
- ✓ *Gsprd*: Gastos de salario del personal involucrado en la reelaboración
- ✓ *Gmprd*: Gastos de materiales durante la reelaboración.
- ✓ *Gerd*: Gastos de equipos durante la reelaboración.

Insumos usados en el programa de evaluación para mejora en SGC

- Gastos de verificación de la calidad por parte del colaborador: Son los costos debido al tiempo que el empleado dedica a verificar el servicio prestado o producto cumpla con localidad requerida.

$$Gvo = \sum_{i=1}^n (Tri * Hri)$$

Donde:

- ✓ *Gvo*: Gastos por verificar la calidad por el obrero.
- ✓ *Tri*: Tarifa Horaria del obrero que realiza la actividad.
- ✓ *Hri*: Horas que invierte el obrero en verificar la calidad del producto.

- Evaluación de la calidad en la recepción de MP_ME en bodega: Costos incurridos en las inspecciones durante la recepción y salidas de las Materias Primas o Productos del almacenaje.

$$GECA = \sum_{i=1}^n Gspii$$

Donde:

- ✓ GECA: Gastos de evaluación en que se incurre por la determinación del estado de materiales durante las inspecciones de entrada, salida y almacenamiento.
 - ✓ Gspii: Gastos de salario del personal involucrado en la inspección de entrada, salida y almacenamiento.
- Auditorias por organismos certificadores: Costos en que se incurre producto del tiempo empleado por los especialistas de las entidades acreditadas al efecto, principalmente durante las auditorías externas realizadas a la organización.

$$GEAEC = \sum_{i=1}^n Gsenm + \sum_{i=1}^n Gmenm + \sum_{i=1}^n Gsae + \sum_{i=1}^n Gmae$$

Donde:

- ✓ GEAEC: Gastos de evaluación por la realización de auditorías externas por organismos certificadores.
- ✓ Gsenm: Gastos de salario de los especialistas del ente certificador involucrados en las auditorías externas para la certificación.
- ✓ Gmenm: Gastos de materiales en que incurren los especialistas del ente certificador involucrados en las auditorías externas para la certificación.

- ✓ Gsae: Gastos por concepto de contratación de los auditores externos involucrados en las auditorías para la certificación.
- ✓ Gmae: Gastos de materiales en que incurren los auditores externos involucrados en las auditorías para la certificación.

Insumos intangibles improductivos:

Gastos por fallos internos ocasionados

- Falta de gestión de la dirección: Costos en que se incurre producto del tiempo de inactividad de cualquier empleado por causas concernientes a la falta de gestión, o sea lentitud en la toma de decisiones para la continuidad de los trabajos, ya sea de los Jefes de Servicios, administrativos o directivos.

$$GFIGD = \sum_{i=1}^n Gstie$$

Donde:

- ✓ GFIGD: Gastos de Fallos Internos por falta de gestión de la dirección.
 - ✓ Gstie: Gastos de salario por el tiempo inactivo de los especialistas, técnicos y obreros por concepto de la falta de gestión de los directivos.
- Gestión de reproceso por no conformidades presentes: Son los costos que se generan por la rectificación de mercancía o servicio recibido que falla por no cumplir con los requisitos de calidad.

$$GRPNC = \sum_{i=1}^n (Gs + Ge) + \sum_{i=1}^n Qpmp * Pmp$$

Donde:

- ✓ GRPNC: Gastos por recuperación de la producción no conforme.
- ✓ Gs: Gasto de salario.

- ✓ Ge: Gasto de energía.
 - ✓ Qpmp: Cantidad de pérdida de materia prima.
 - ✓ Pmp: Precio de la materia prima.
- Reparaciones a equipos y sustitución de herramientas: Son los costos del trabajo de reparación a los equipos ya sea por personal interno de la empresa o externo; sustitución de herramientas por roturas o fallos imprevistos.

$$GFIRE = \sum_{i=1}^n Gsor + \sum_{i=1}^n Gmor$$

Donde:

- ✓ GFIRE: Gastos de fallos internos como consecuencia de la reparación a los equipos.
- ✓ Gsor: Gastos de salario del personal involucrado en el mantenimiento de los equipos.
- ✓ Gmor: Gastos de materiales durante el mantenimiento.

Gastos por fallos de los proveedores externos y a clientes de la compañía

- Gastos por reposiciones o cambios: Son los costos derivados del tiempo y los materiales destinados a la reparación del producto en el período de garantía.

$$GRC = \sum_{i=1}^n Qpe * Ppe$$

Donde:

- ✓ GRC: Gastos por la reposición de productos defectuosos en el período de garantía.
- ✓ Qpe: Cantidad de productos repuestos dentro del período de garantía.

- ✓ Ppe: Precio del producto repuesto en el período.
- Gastos por eliminación de desechos generados por recepción defectuosa en bodega: Son los costos asociados con la recepción de mercancía no conforme, y eliminación de desechos generados por esta mercancía almacenada, y adicionando a esto la gestión de la eliminación de la producción defectuosa recibida de los clientes (En este caso la zona de dispensación a plantas).

$$GEPD = \sum_{i=1}^n (Tred * Hred) + \sum_{i=1}^n Qpd * Ppre$$

Donde:

- ✓ GEPD: Gastos por eliminación de la producción defectuosa recibida de los clientes.
- ✓ Tred: Tarifa horaria del personal encargado en la eliminación de los productos defectuosos.
- ✓ Hred: Horas dedicadas a esta actividad por el personal encargado.
- ✓ Qpd: Cantidad de productos o componentes defectuosos recibidos de los clientes.
- ✓ Ppre: Precio del producto o componente recibido.
- Gastos por concesiones o descuentos: Son los costos asociados por las concesiones o descuentos hechos a los clientes debido a que el producto no cumple con los requisitos de calidad.

$$GCD = \sum_{i=1}^n (Piv - Pfv) * Qpd$$

Donde:

- ✓ GCD: Gastos por concesiones o descuentos.
- ✓ Piv: Precio inicial al que fue vendido el producto.

- ✓ Pfv: Precio final después del descuento hecho al cliente.
 - ✓ Qpd: Cantidad de productos al que se le hizo el descuento.
- Gastos por devoluciones del cliente: Son los costos asociados por el reemplazo de productos o devolución de efectivo en el período de garantía.

$$GPD = \sum_{i=1}^n Qpd * Ppd$$

Donde:

- ✓ GPD: Gastos por devoluciones.
 - ✓ Qpd: Cantidad de productos devueltos.
 - ✓ Ppd: Precio de los productos devueltos.
- Pérdida de clientes: Costos de fallos externos a la cadena de gestión de abastecimiento, provocados por la pérdida de vínculos o relación efectiva con clientes internos o externos vitales de la organización.

$$GFPC = \sum_{i=1}^n UDPC$$

Donde:

- ✓ GFPC: Gastos de Fallos externos provocados por la pérdida de los clientes.
 - ✓ UDPC: Utilidades dejadas de percibir que pasan a la competencia.
- Tramitación de quejas y reclamaciones: Son los costos asociados a atender y dar solución a una queja de un cliente interno y/o externo, a consecuencia de una no conformidad presente.

$$GFEQC = \sum_{i=1}^n G_{spc} + \sum_{i=1}^n G_{mpc}$$

Donde:

- ✓ GFEQC: Gastos de Fallos externos provocados por las quejas de los clientes.
- ✓ G_{spc}: Gastos de salario del especialista que atiende la actividad de Protección al Consumidor.
- ✓ G_{mpc}: Gastos de materiales utilizados en la tramitación de la queja o reclamación.

3.5 AJUSTES A LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD POR DATOS DEFLACTADOS EN EL TIEMPO

En el cálculo de la productividad se debe tener presente situaciones o eventos como cambios de precios, al igual que la cantidad de producción a partir de los datos de ventas y a la volatilidad de los requerimientos de los clientes, que pueden pedir prioridad en la elaboración de ciertos pedidos solicitados. Estas eventualidades se deben considerar en los cálculos, dado que por esta misma razón, entre las distintas instancias por las que pasa la mercancía que entra a una cadena de abastecimiento interno de este tipo de organización, el monto de los ingresos de la unidad operacional cambia, al igual que la cantidad de insumos o recursos asignados; por lo tanto, los cálculos de la productividad son deflactados o ajustados por un índice de insumos o de producido según sea el caso.

La productividad se expresa en función de índices al ser ajustada, de la siguiente manera:

(a) Productividad Parcial= Índice de resultados/ Índice de insumo

(b) Productividad Total= Índice de resultados/ Índice agregado de insumos

En muchos procesos industriales resulta más difícil mejorar el empleo de materias primas (reduciendo el desperdicio) que mejorar la producción por unidad de los otros insumos empleados. Pese a lo anterior, la importancia que suele tener las materias primas en los costos totales (aproximadamente 2/3 de los costos corresponden a materias primas) sugiere qué atención merece ser dedicada a este tema. Para obtener la productividad total fue necesario construir un índice (base _Proveedores externos) de las unidades físicas empleadas de cada insumo, para luego ponderar cada uno de éstos según su participación en el costo total.

La Productividad Total de Factores (PTF) o “índice de productividad total (\$/\$)” de la instancia base como se describe en el **cuadro resumen 3**; es el cociente entre Resultados y uso total de insumos en esa unidad operacional. Este cociente es igual a 100, dado el supuesto de expresar tanto el nivel de uso de cada insumo como el de producción como "100" para esta instancia en la cadena. Lo que se obtiene entonces es un índice ponderado de uso de insumos, donde la ponderación es la "importancia" del insumo medida ésta en su participación en el costo total de insumos.

El cambio de PTF entre las unidades operacionales resulta entonces del cociente:

(c) Cambio PTF (Instancia t/ Instancia t(0)) = [(Y Instancia t)/(I Instancia t)]/[(Y Instancia t(0))/(I Instancia t(0))]

Donde: "Yt" e "It" representan respectivamente, el índice agregado de producción y de uso de insumos; t (0) representa la instancia base o de referencia. Obsérvese que el cambio de PTF se obtiene de multiplicar el cambio (porcentual) de producción por [1/ cambio de uso de insumos]. Este último término es tanto menor cuanto mayor es el aumento de uso de insumos. Cuanto mayor es el primer término en relación al segundo (cuanto más aumentó la producción y cuanto menos aumentó el uso de insumos) mayor es el aumento de PTF⁸.

Cuadro resumen 3. Formato de datos consolidados e índices de productividad ajustados

	CONSOLIDACIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD AJUSTADOS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO INTERNO					
	Precedentes externos	Instancia 0	Instancia 1	Instancia 2	Instancia 3	Instancia 4
	Dpto. Planificación	Dpto. Compras	Dpto. Importaciones	Dpto. Logística y Almacenaje	Dpto. Calidad	
Resultados del mes	\$ 445.737.000	\$ 440.933.340	\$ 440.884.932	\$ 441.057.934	\$ 440.648.805	\$ 441.962.373
Total de recursos humanos	\$ 32.244.943,34	\$ 64.571.480,76	\$ 41.870.045,47	\$ 68.180.413,75	\$ 32.506.631,72	
Total de insumos materiales	\$ 41.275.826	\$ 54.954.435	\$ 27.477.217	\$ 83.693.043	\$ 162.431.652	
Total de insumos capital tipo	\$ 22.521.896	\$ 31.255.849	\$ 21.934.868	\$ 237.484.591	\$ 195.985.110	
Total de insumos por capital de trabajo	\$ 194.222.869	\$ 291.334.303	\$ 194.222.869	\$ 921.558.827	\$ 582.960.607	
Total de insumos de energía	\$ 52.678.375	\$ 70.504.500	\$ 35.252.250	\$ 117.567.900	\$ 141.909.000	
Total de insumos por otra clasificación	\$ 5.713.481	\$ 12.147.373	\$ 5.331.223	\$ 17.915.157	\$ 9.725.348	
Insumos totales	\$ 412.797.481	\$ 534.767.921	\$ 326.154.460	\$ 1.543.429.333	\$ 1.884.326.349	
Insumos Intangibles						
Activo de propiedad intelectual:						
Good-Will	\$ 2.657.000.000	\$ 2.657.000.000	\$ 2.657.000.000	\$ 2.657.000.000	\$ 2.657.000.000	
(Es igual a la diferencia entre valor de mercado y el de los activos netos de la compañía, descontando mes " ponderación del área ZSC).						
Costos de administración del sistema de gestión calidad (SGC):						
Total insumos usados en el programa de prevención SGC	\$ 12.283.153	\$ 13.518.080	\$ 6.144.576	\$ 7.387.349	\$ 21.506.071	
Total insumos usados en el programa de evaluación SGC	\$ 43.072.034	\$ 47.310.238	\$ 21.506.071	\$ 27.967.822	\$ 75.271.060	
Total insumos intangibles	\$ 55.355.187	\$ 60.828.318	\$ 27.650.647	\$ 35.355.171	\$ 96.777.131	
VALOR PORCENTUAL DEL FACTOR INTANGIBLE METO	0,78%	0,93%	0,38%	0,33%	1,27%	
Precio unitario por tipo de insumo						
Recurso humano (Promedio \$/hora):						
>Colaboradores Técnicos			149.000	148.000	148.000	
>Colaboradores Operarios				157.000	157.000	
>Colaboradores Profesionales	450.000	450.000	350.000	350.000	450.000	
>Parameros SEMA	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	
Recurso material (\$/Kg/lt/m)	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	
Insumo de capital (\$/h)	0,18	0,18	0,17	0,20	0,15	
Insumo de electricidad (\$/Kw)	267,54	267,54	267,54	267,54	267,54	
Insumo gas (\$/m³)				96	96	
Insumo agua (\$/m³)	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	

⁸ BURSZTYN Nicolás; "Monografía alumno de economía de la universidad del CEMA". Argentina. 2002. Pág.5.

Índices de productividad deflactados						
Ponderación de insumos:						
Recurso humanos:						
\Colaboradores Técnicos		0,000	0,000	0,004	0,018	0,014
\Colaboradores Operarios		0,000	0,000	0,000	0,009	0,001
\Colaboradores Profesionales		0,294	0,116	0,080	0,048	0,036
\Pasantes SENIA		0,010	0,005	0,004	0,002	0,002
Recurso materiales		0,100	0,105	0,084	0,054	0,141
Insumo de capital		0,471	0,555	0,535	0,588	0,537
Insumo de electricidad		0,051	0,054	0,043	0,023	0,039
Insumo gas					0,019	0,033
Insumo agua		0,077	0,081	0,065	0,034	0,059
Índices de precios unitarios:						
Recurso humanos:						
\Colaboradores Técnicos	100			110,606	110,606	110,606
\Colaboradores Operarios	100			112,500	112,500	112,500
\Colaboradores Profesionales		100	100,000	77,778	77,778	100,000
\Pasantes SENIA		100	100,000	100,000	100,000	100,000
Recurso materiales		100	100,000	100,000	100,000	100,000
Insumo de capital		100	100,000	94,444	111,111	83,333
Insumo de electricidad		100	100,000	100,000	100,000	100,000
Insumo gas					100,000	100,000
Insumo agua		100	100,000	100,000	100,000	100,000
Índice agregado de insumos (I)	100	92	92	87	90	81
Productividad total (II)	0,953	1,072	1,078	1,058	0,297	0,290
Índice de productividad total (III)	1	1,124	1,132	1,110	0,312	0,305
Productividad total de la cadena de abastecimiento:	0,769					
Punto de equilibrio de la productividad total (III):	0,44	0,53	0,44	0,40	0,40	0,46

Cuadro resumen 3. (Continuación)

Ganancia obtenida por unidad operacional:		\$ 223.777,382	\$ 332.458,057	\$ 212.996,970	\$ 161.963,080	\$ 166.703,267
Ganancia obtenida por la cadena de abastecimiento:						
\$	420.566,082					
Productividad total compensada		1,1244	1,4241	0,5465	0,1312	0,4706
Índice de producción (I%)	100	99	99	92	27	24
Índice de precio del producto		1	1	1,080	3,704	4,204
Índices de productividades parciales (S/S)						
* Productividad humana:		5,22	7,48	11,50	0,85	1,42
Índice de productividad humana (H/H):	1	1,430	2,203	0,162	0,273	0,273
Participación colaboradores técnicos				0,286	0,168	0,168
Recursos asignados				8	19	11
Participación colaboradores operarios					0,366	0,366
Recursos asignados					52	29
Participación colaboradores profesionales		0,957	0,957	0,703	0,446	0,446
Recursos asignados		20	14	8	21	9
Participación pasantes SENIA		0,043	0,043	0,031	0,020	0,020
Recursos asignados		3	2	1	3	2
Productividad material	0,16	0,12	0,22	0,02	0,01	0,01
Índice de productividad material	1	0,751	1,332	0,133	0,064	0,064
Factor deflactor		634,08	845,45	422,73	1287,58	2345,10
Productividad del capital	0,0000000820	0,0000000611	0,0000000802	0,0000000598	0,0000000861	0,0000000861
Índice de productividad capital	1	0,745	0,578	0,071	0,074	0,074
Factor deflactor		1304138062,73	1618523807,83	142487464,35	4812733137,30	3884457378,78
Productividad de la electricidad	0,0012	0,0009	0,0007	0,0002	0,0001	0,0001
Índice de productividad de la electricidad	1	0,751	1,332	0,162	0,119	0,119
Factor deflactor		79069,85	106411,53	52706,78	131764,41	158117,29
Productividad del gas					0,0008	0,0006
Índice de productividad del gas					1,090	0,734
Factor deflactor					32070,82	38494,39
Productividad del agua	0,0374	0,0281	0,0520	0,0061	0,0044	0,0044
Índice de productividad del agua	1	0,751	1,332	0,162	0,119	0,119
Factor deflactor		2843,32	3525,23	1762,61	4406,53	5287,84

* Los índices de productividad en esta sección son resaltados en negrilla, los valores de productividad están ubicados correspondientemente en su parte superior.

Fuente: Elaboración propia

En la sección de índices de productividad deflactados del **cuadro resumen 3** se presentan los respectivos índices en orden correspondiente, para los cuales los cálculos realizados de cada insumo de detallan a continuación:

Lo primero que se debe calcular es el “índice de producción (Y_t)”, ya que éste será el numerador para cualquier productividad parcial que se quiera obtener. El mismo se obtiene del cociente entre el valor de la producción de la unidad operacional, y el índice de precio del producto, y su relación porcentual o cociente entre el valor de la producción de referencia; que en este caso se toma el de “Proveedores externos”. El índice de precio del producto es el cociente de la sumatoria de los precios unitarios por tipo de insumo de la instancia t , entre la sumatoria de los precios unitarios por tipo de insumo de la instancia base o referencia $t(0)$.

El índice del insumo trabajo o humano recibe un tratamiento particular ya que es un insumo que se compone de diferentes factores. En este caso tenemos colaboradores técnicos (CTec), colaboradores operarios (COper), colaboradores profesionales (CProf) y pasantes SENA (PSen). La cantidad de cada factor es estimada dividiendo el gasto de la empresa en cada categoría de trabajo por el precio del mismo. En el **Cuadro resumen 3** se denominó a estos factores “Recursos asignados”.

Una vez obtenidas las cantidades es necesario saber el peso o participación que tiene cada uno de los factores anteriores en el insumo en cuestión, los cuales se describen el **cuadro resumen 3**. Para ello utilizamos ponderadores (P) que miden la importancia de cada tipo de trabajo contra el costo laboral total de la unidad operacional o instancia evaluada. Se calcula el índice del insumo trabajo para la unidad operacional evaluada, como un promedio ponderado de los factores o recursos asignados anteriormente mencionados, denominándolo

$IH = C_{Tec} * P_{Tec} + C_{Oper} * P_{Oper} + C_{Prof} * P_{Prof} + P_{Sen} * P_{Sen}$. Entonces, la Productividad humana = Y_t / IH

El resto de índices de insumos por unidad operacional para determinar productividades parciales distintas a la humana, se obtienen a partir del cálculo directo dividiendo el costo por el precio de los mismos. Esto supone que los gastos incurridos en cada insumo (deflactados por el valor del insumo) constituyen un estimador adecuado de la cantidad de insumo empleado, haciendo la relación ($Y_t / \text{Factor deflactor}$)⁹. La productividad total de la cadena de abastecimiento, con el ajuste realizado y descrito en el **Cuadro resumen 3**, es el cociente entre el promedio de los índices de producción (Y_t), y el promedio de Índices agregados de insumos (I) de las unidades operacionales de la cadena de abastecimiento. El “Índice agregado de insumos (I)” es el resultado de la suma producto de la ponderación de insumos e índices de precios unitarios evaluados por cada unidad operacional.

3.6 ADMINISTRACIÓN DEL ABASTECIMIENTO POR CLASIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA PRODUCCIÓN DEL PERIODO

En el desarrollo de este trabajo se ha tratado la gestión de abastecimiento de materias primas y materiales de empaque, pero es preciso hacer un seguimiento y control del abastecimiento de materias primas a planta, por su gran impacto en la producción y rentabilidad de la compañía como se ha comentado antes; el abastecimiento de los materiales de empaque, aunque es importante también controlar, tiene un comportamiento más estable o fijo en su consecución que el de materias primas en una organización de este tipo. Como complemento al modelo de CTPM, es indispensable un análisis detallado a la gestión de las

⁹ Ibíd. Pág.11

materias primas y su estrecha relación con el cumplimiento al cliente interno (Zona de dispensación en planta), por su particularidad en comparación a los demás actores de la cadena de abastecimiento interno. Para este propósito, se presenta a continuación la matriz desarrollada por el Dr. Peter Kraljic; reconocido consultor Esloveno en gestión organizacional y operacional, que en 1983 publicó un artículo en la Harvard Business Review que tituló "Purchasing Must Become Supply Management". Este artículo ha marcado la visión estratégica de las compras en las organizaciones hasta tal punto que a partir de ese momento, se empezó a acuñar el término Supply Chain Management, tal y como el Dr. Peter Kraljic proponía. Concluyó que la rentabilidad de un cliente a corto y medio plazo, haciendo uso como un punto apoyo en la acción de mejora, a la gestión de la cadena de abastecimiento, o como tradicionalmente se ha llamado a las compras; planteaba una visión metodológica de la función de compras que nadie ha sido capaz de mejorar hasta la fecha.

En resumen, lo que decía es: pensemos en una matriz 2x2. En el eje de ordenadas (Y), situamos las compras de nuestra compañía de menor a mayor importancia para la empresa; puede ser en función de criterios, como coste de compra, coste total (incluyendo servicio, transporte y calidad), volumen o evolución futura en función de distintos escenarios. Pero lo más habitual es valorarlo según el impacto de la compra en la cuenta de resultados, y por ende en los beneficios. En el eje de abscisas, y también de menor a mayor, se ordenan las compras en función de la complejidad del mercado de los proveedores. Así, tendrán mayor complejidad los mercados mono u oligopolísticos, aquellos en los que existan barreras de entrada, marcas, patentes, condiciones de caducidad u obsolescencia, evolución o ventaja tecnológica, etc.; en síntesis, cantidad de proveedores externos aptos para negociar.

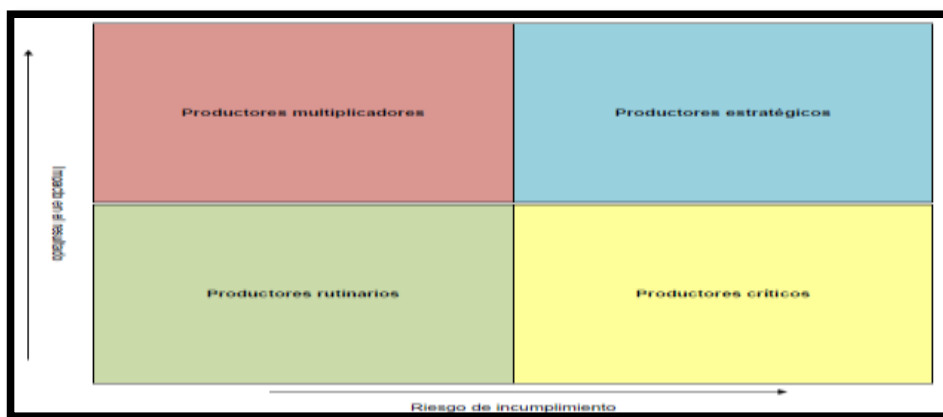
Figura 7. Administración estratégica de las compras



Fuente: <http://www.improven.com/La-gestion-de-compras.html>

En la **Figura 7** se expresa lo anteriormente mencionado, y hace mención a cuatro cuadrantes que sirven para orientar un plan de trabajo, esfuerzos y hasta la organización de la estructura de compras en una compañía como esta. Otra manera de verlo se presenta en la **Figura 8**.

Figura 8. Interpretación alterna de la matriz de Kraljic



Fuente: Revista Zona logística

Es importante clasificar y tomar las decisiones de las compras de materias primas, ubicando estas en los cuatro cuadrantes anteriormente descritos.

Viendo con algo más de detalle esta matriz se tiene:

- Los Commodities o productos rutinarios: Son todas aquellas compras de baja criticidad, donde el mercado del proveedor es altamente competitivo y existe, por lo tanto, mucha oferta. Las decisiones en esta área suelen basarse en el precio, y en menor medida, en servicio. Organizativamente, suelen ser compras descentralizadas, las cuales son aquellas compras que se realizan por cada gerencia de los diferentes departamentos, haciendo sus propias compras. Los casos de éxito ocurren al automatizar los procesos de aprovisionamiento, evitar burocracia y trabajo administrativo, y conseguir contratos a medio plazo mediante subastas o un gran número de ofertas.
- Cuellos de botella o productos críticos: La criticidad se centra en asegurar el suministro. Decisiones basadas en estabilidad y seguridad. Coordinación centralizada, la cual es un proceso basado en la vigilancia del suministro y su evolución. Con frecuencia, ocurre en sectores con crecimientos muy altos y en los que los problemas de desabastecimiento se presentan en cadena hasta que la capacidad productiva de los proveedores se equipara a la demanda; son compras que se realizan de acuerdo al nivel de evolución de la empresa y la complejidad de producción que posea, lo cual indica conveniencia de crear un departamento que se encargue de realizar las compras tiempo completo. Estas compras requieren a menudo de acuerdos a medio y largo plazo, con establecimiento de cuotas o consumos garantizados, donde prima el suministro por encima del precio.
- Estratégicos o productos estratégicos: El objetivo deseable para este tipo de compras suele buscar la ventaja competitiva con un equilibrio entre aseguramiento del suministro y precio. De alguna forma, hay que plantearse hacerlo como la competencia o mejor, y no poner en riesgo el suministro u otros aspectos, como la calidad. Requieren de centralización e implicación

de la Dirección General. Es común la búsqueda de intermediarios o brokers y contratos a largo plazo.

- Palancas o productos multiplicadores: Estas son las compras que pueden dar resultados a corto y medio plazo. La criticidad solo puede derivar de efectos colaterales de objetivos demasiado agresivos. El gran potencial del ahorro suele estar, por lo tanto, con estas. Centralización estratégica y descentralización operativa suele ser la fórmula organizativa de éxito; son estas las compras en las que pueden funcionar con mayores garantías de éxito herramientas como portales de compras, subasta electrónica o compra global¹⁰.

Un precepto generalizado de estrategia de un adecuado abastecimiento con base a esta matriz, es el convertir las compras cuellos de botella en estratégicos mediante estandarización en el diseño, y los estratégicos en palancas, mejorando el conocimiento global de los posibles proveedores externos o incluso creándolos.

Comprendida la relevancia del tipo de compras en una cadena de abastecimiento interno y toma de decisiones respectivas, se recomienda tomar este como parte del complemento al modelo CTPM, estableciendo un mapeo o patrón del estado de las compras de materia prima del mes, en el cuadrante anteriormente mencionado. En la **Tabla 1** describo un esquema con base a la matriz de Kraljic, el valor monetario del recibo de MP de proveedores externos a la cadena de abastecimiento y el valor neto de materia prima aprobada para la producción del periodo, y valor monetario previo en inventario como amortiguador, para cumplir con los requerimientos de la planta de la cantidad de insumos o materiales considerados aptos por el departamento de Calidad; adicionalmente la cantidad en unidades (Kg) objetivo y la realmente aprobada en el periodo, al

¹⁰ Internet: <http://www.improven.com/La-gestion-de-compras.html>

igual que sus precios unitarios. Respecto a la función de pérdida de Taguchi de MP, se ampliará el concepto en el siguiente inciso.

Tabla 1. Comportamiento de aprobaciones MP en el periodo Vs. Función de pérdida

	Recibo de MP de Proveedores Externos	Valor neto de MP aprobada para producción del periodo	Valor previo de inventario en reserva de MP usado en producción del periodo presente	Cant. Objetivo (Kg)	Cant.Real (Kg)	Precios Unitarios (\$)	Función de pérdida Taguchi de MP
Valor de productos multiplicadores	\$ 89.221.130	\$ 83.558.410	\$ 5.555.655	959	958	92997	\$ 477.405
Valor de productos estratégicos	\$ 63.729.379	\$ 59.684.579	\$ 3.968.325	2043	2041	31192	\$ 2.165.123
Valor de productos críticos	\$ 38.234.768	\$ 35.808.069	\$ 2.380.817	1126	1124	33970	\$ 657.076
Valor de productos rutinarios	\$ 63.732.238	\$ 59.687.257	\$ 3.968.503	2918	2915	21841	\$ 4.416.345

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 9** se presenta de manera gráfica, la participación en la inversión realizada en compras de materias primas; tenga presente que esta participación es en función al tipo de mercancía comprada, clasificada según el esquema de la matriz de Kraljic, ilustrando de mejor manera, las prioridades que está tomando la organización en cuanto a compras de materias primas, midiendo estas prioridades en la perspectiva de su valor monetario y su impacto en la productividad de la gestión de abastecimiento interno. Por supuesto, representa también la participación del gremio de proveedores externos que suministran materias primas a la organización, y dado que se mencionó anteriormente que en su mayoría son agentes o brokers los especialistas en el suministro de estas materias primas, debe ser de alta prioridad para la organización el optimizar de manera sistemática en función de los términos de los contratos celebrados entre las partes, la escogencia de estos para poder abastecerse garantizando la

máxima productividad de la cadena de abastecimiento interno en la organización.

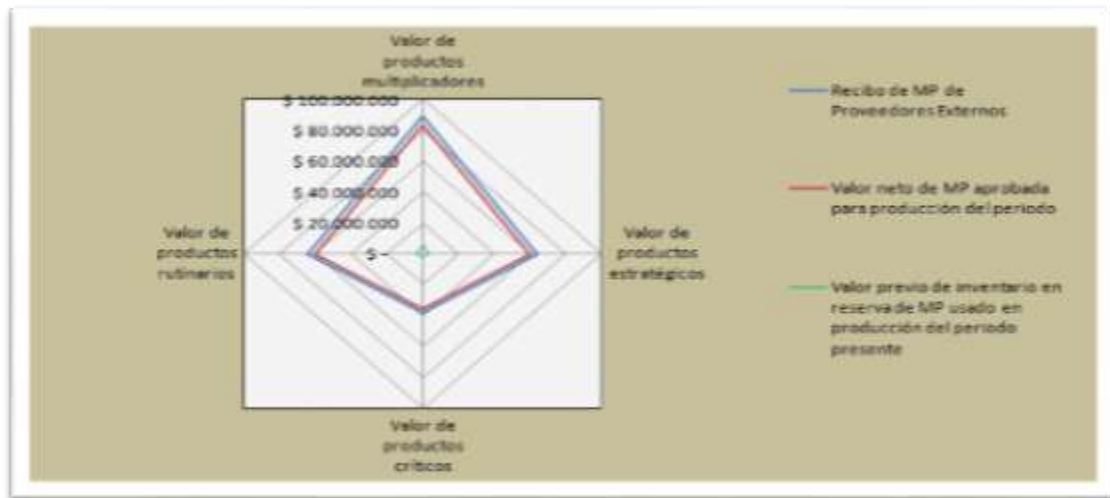


Figura 9. Patrón de comportamiento de las MP aprobadas Vs. Recibidas.

Cabe resaltar que en la **Tabla 1** los precios unitarios son producto de la ponderación de los diferentes precios que presentan las materias primas categorizadas en los cuadrantes previamente establecidos; es decir, una organización de producción continua de este tipo puede obtener productos o mercancías de una misma especificación, pero de categorizaciones distintas descritas anteriormente, lo cual se presenta por hechos de prioridades y disponibilidades de estas mercancías en el mercado. Es de destacar también, que un mismo proveedor externo puede encontrarse suministrando productos categorizados en algunos o todos los cuadrantes de esta matriz, de acuerdo a su capacidad de producción. Se identifica entonces, que la magnitud en inversión de las MP categorizadas multiplicadoras, representan mayor peso en las compras de MP, dado la alta calidad que supone contiene, pese a su mayor precio. La estrategia en este sentido, debe ser el lograr mejores términos de contrato a corto y mediano plazo, con precios favorables que permitan ganancias a las partes.

3.7 APLICABILIDAD DE LA FUNCIÓN DE PÉRDIDA DE TAGUCHI EN LA DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL TIPO DE MATERIA PRIMA

Se hace una breve reseña de los logros y vida del Dr. Taguchi Genichi, haciendo énfasis en su método de integración de costes de proceso, con la calidad desarrollada en este. El método o técnica a tratar será la “Función de Pérdida”.

Taguchi Genichi, nacido en 1 de enero de 1924 en Tokamachi Japón. Es un ingeniero y estadístico.

El sistema integrado de ingeniería de Calidad del Dr. Genichi Taguchi es uno de los grandes logros en ingeniería del siglo XX. Ha sido ampliamente reconocido como líder del movimiento de la Calidad Industrial en los Estados Unidos, y fue el iniciador del movimiento de Diseño Robusto en Japón hace 30 años. La sistemática y extendida aplicación de su filosofía de desarrollo de productos, así como su conjunto integrado de herramientas de toma de decisión en diseño ha contribuido significativamente al progreso de las industrias Japonesas en la fabricación a corto plazo de productos de clase mundial, a bajo coste y con alta calidad¹¹.

En el contexto de los productos y los procesos que los originan, existen factores que afectan los procesos, y son los generadores de ruidos, que son aspectos causantes de que la característica funcional del producto se desvíe de un valor objetivo, generando variabilidad y pérdida de calidad.

¹¹ Internet: http://wn.com/Genichi_Taguchi

Estos factores de ruido han sido clasificados como:

- Factores de Ruido Externo: Variables ambientales de operación como la temperatura de la cadena de frío, la humedad relativa, la presión atmosférica y errores humanos en el uso.
- Factores de Ruido Interno: Deterioro, desgaste por fricción, pérdida de resistencia, entre otros.
- Factores de Ruido entre Productos: Imperfecciones o no conformidades en los procedimientos de gestión del abastecimiento, como por ejemplo, variaciones en los tiempos de entrega al cliente interno y puesta a punto de la documentación, entre otros parámetros, requeridos para aprobación de materiales.

Los factores de ruido considerados para el caso en estudio, fueron contemplados como intangibles en el **inciso 3.4** de este documento.

Entrando a la comprensión del contexto de la función de pérdida de Taguchi, se debe entender que esta reconoce los deseos del cliente de tener productos más consistentes y a tiempo, adicional al deseo del proveedor de generar resultados a bajo coste. En este caso, el cliente interno (Zona de dispensación en Planta), y los proveedores tanto interno (Cadena de abastecimiento interno), como los proveedores externos. La función de pérdida determina entonces la cantidad monetaria de inversión (Coste de oportunidad) en el caso específico de compras de materias primas que se desaprovechan, generando pérdidas a la sociedad (Proveedor externo- Proveedor interno- cliente interno); transfiriendo esos sobrecostos o pérdidas generadas al siguiente eslabón de la cadena.

En la **Tabla 1** descrita anteriormente, se determinó la pérdida por materia prima no aprobada, tomando como argumentación las categorizaciones de la matriz de kraljic. La composición de esta función es: $L(y) = k(m-y)^2$

Donde:

$L(y)$ = Valor en dinero que se pierde por objetivo de aprobación MP no alcanzado.

m = Valor objetivo de aprobación de materias primas del periodo.

y = Variable; resultado de materias primas aprobadas efectivas del periodo.

k = Coste de calidad cuando el objetivo de aprobaciones es por encima, o por debajo de lo presupuestado.

Suceden dos eventualidades respecto a la constante (k), puesto que este varía de acuerdo a los resultados por encima o por debajo de lo presupuestado para el periodo, por lo que esta función puede determinar con base a datos históricos de resultados anteriores, puede determinar tendencias a mediano y corto plazo de la rentabilidad que representan las cantidades compradas de MP a la organización. Para el caso en estudio, (k) se determinó con base a los insumos asignados en el periodo y los costos de calidad que se generan, al estar las aprobaciones por encima o por debajo de lo presupuestado. Esto se calculó en colaboración con el Departamento de Calidad de esta organización, y con la propuesta de cálculo que planteo en el **inciso 3.4** de este trabajo. Esta constante cuando está por encima toma un valor de \$345.417 Pesos/Kg, y cuando está por debajo \$360.187 Pesos/Kg.

Se pueden dar aprobaciones por encima de lo presupuestado, dado eventualidades de pedidos extras de clientes preferenciales en el transcurso del periodo, lo que obliga a tener inventarios de seguridad para estos clientes; pero como se aprecia, resulta más costoso, el no cumplir con la cantidad de materias primas aprobadas. Resulta entonces de interés, saber que flujo de mercancías diariamente puede gestionar el cliente interno. En la sección a continuación, se trata esto con más detalle.

3.8 EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DIARIOS DE APROBACIONES DE MATERIA PRIMAS EN RELACIÓN AL MODELO CTPM

Una etapa adicional que se propone como complemento al modelo CTPM es la evaluación de los objetivos de aprobaciones de materias primas, pero considerando las capacidades que el cliente interno (Zona de dispensación en planta) tiene efectivamente para abordar las materias primas programadas diariamente.

Con respecto al abastecimiento interno de materias primas, es de destacar que si la gestión en la zona de dispensación en planta por eventualidades o restricciones se ve afectada, repercute de manera global en la gestión de la cadena interna de abastecimiento de materias primas, hablando específicamente. Por lo tanto, es importante tomar como punto de referencia para la toma de decisiones de los objetivos de aprobaciones de materias primas de la cadena de abastecimiento interno, la evaluación de la gestión de almacenaje de materias primas en la zona de dispensación ubicada en planta, simulando por medio de un modelo de Programación Lineal (MPL) en Solver_Excel, las restricciones presentes en esta zona.

En la zona de dispensación en planta se prestan servicios de pesaje y seguimiento a materias primas almacenadas, pero no se consideran a estas actividades restricciones, debido que hay suficiente capacidad de horas-hombres para la realización de estas actividades, en función de la cantidad máxima diaria que se puede almacenar de materia prima en esta zona de almacenaje temporal. Los parámetros de las distintas variables y restricciones del MPL, se describen en el formato propuesto en la **Tabla 4**. En este se describe las materias primas almacenadas en la zona de dispensación, en función de los recursos asignados, pero considerando además, las categorizaciones de materias

primas que se mencionaron en la matriz de Kraljic. La formulación compacta del MPL se expresa de la siguiente manera:

Vd.

X_i = Cantidad en kilos de materia prima de categoría i .

Parámetros:

a_i = Precio unitario promedio por kilo de materia prima de categoría i .

b_i = Volumen promedio utilizado por kilo de materia prima de categoría i .

C_i = Ahorro promedio obtenido por kilo de materia prima de categoría i .

Presupuesto del periodo:

A_i = Presupuesto del periodo para materia prima de categoría i .

B = Volumen estimado del periodo para materias primas.

$I = \{1, 2, 3, \dots, i\}$

F.O: $Z(max) = \sum_{\forall i} C_i X_i$

S.a: $\sum_{\forall i} a_i X_i \leq A_i ; \forall i$

$\sum_{\forall i} b_i X_i \leq B ; \forall i$

$X_i \geq 0 ; \forall i \in Racionales$

Como datos de entrada se describen los recursos: Almacenaje promedio (Cm^3) representa el volumen promedio expresado en centímetros cúbicos que ocupa la unidad promedio equivalente en almacén temporal, luego la participación del tipo de producto en el presupuesto de materia prima del periodo discriminado diariamente y el valor unitario promedio de cada unidad (Kg) de materia prima comprada, en función de cada categorización; descritos en los cuadrantes de la matriz de Kraljic. Adicional se describe la cantidad máxima disponible para almacenar en esta zona, y el presupuesto del flujo de materia prima que se almacena por día, para cumplir con el objetivo de materias primas necesarias aprobar en el mes. Se conoce también, como dato obtenido en concertación con el cliente interno, que su costo operacional o de gestión, es del 5% aproximadamente del valor por kilogramo que ingresa a almacenarse en esta

zona. La utilidad marginal promedio de unidades recibidas por categorización de cantidad total de MP, representa el valor neto del ahorro que generan las unidades entrantes a almacenar por tipo de MP.

Tabla 2. Datos de entrada y resultados de la simulación con MPL

RECURSO	MATERIAS PRIMAS ALMACENADAS EN ZONA DE DISPENSACIÓN A PLANTAS				Presupuesto Total / Día (Disponibilidad de recursos)
	Valor de productos multiplicadores	Valor de productos estratégicos	Valor de productos críticos	Valor de productos rutinarios	
ALMACENAJE PROMEDIO (Cm³)	25.53	26.72	28.34	28.24	17895
PARTICIPACIÓN DEL TIPO DE PRODUCTO EN PRESUPUESTO	0.25	0.25	0.25	0.25	
VALOR UNITARIO DE MERCANCÍA (\$ /kg)	92997	31192	33970	21841	\$ 8.497.251
Costo de gestión en zona de dispensación					
5%	OPTIMIZACIÓN DEL PRONÓSTICO DE COMPRAS DETERMINADO EN DÍAS/ LÍNEA				
Utilidad marginal promedio	88347	29632	32272	20749	
Vd	Valor de productos multiplicadores	Valor de productos estratégicos	Valor de productos críticos	Valor de productos rutinarios	
FO	25	68	63	97	
Max Z	\$ 8.072.388				
Restricciones					
	Coeficientes de las variables de cada restricción				
1	92997				cm 2124813
2		31192			cm 2124813
3			33970		cm 2124813
4				21841	cm 2124813
5	25.53	26.72	28.34	28.24	cm 17895

De uno a cinco se describen los topes o restricciones de presupuesto por cada categoría de materia prima expresado en valor monetario, y la capacidad máxima del almacén temporal o zona de dispensación a planta, expresada en volumen (Cm³).

Las cantidades óptimas expresadas como función objetivo (FO) que arroja el programa Solver, se aprecian en la **Tabla 2** en color azul por cada variable de decisión (Vd.), para un ahorro o utilidad marginal de materias primas en este almacén de \$8'072.388 pesos. En síntesis, con esta solución óptima que arroja el programa Solver, obtengo un rendimiento óptimo diario de la inversión realizada por la organización en la compra de materias primas requeridas, sobre el objetivo presupuestado a aprobar en el periodo, que resulta siendo del 95%.

Ahora bien, la evaluación no termina acá, puesto que con ayuda de Solver; en una opción que nos permite este programa de Excel, encontramos un Informe de

sensibilidad que nos presenta un rango de valores óptimos, los cuales determinan soluciones óptimas adicionales a la que nos arroja en la **Tabla 2**.

Tabla 3. Informe de sensibilidad obtenido con simulador Solver_Excel

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad Hoja de cálculo: MPL ZONA DE DISPENSACIÓN Informe creado: 25/11/2011 06:36:45 a.m.						
Celdas cambiantes						
Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coefficiente objetivo	Aumento permisible	Disminución permisible
\$C\$13	F0 Valor de productos multiplicadores	23	0	88347,15	1E+30	88347,15
\$D\$13	F0 Valor de productos estratégicos	68	0	29632,4	1E+30	29632,4
\$E\$13	F0 Valor de productos críticos	63	0	32271,5	1E+30	32271,5
\$F\$13	F0 Valor de productos rutinarios	97	0	20748,95	1E+30	20748,95
Restricciones						
Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Disminución permisible
\$C\$29	Capacidad física en almacén (Cm^3)	6922	0	37895	1E+30	30973,1365
\$C\$25	Valor de productos multiplicadores	2124313	1	2124312,625	112824472	2124312,63
\$C\$26	Valor de productos estratégicos	2124313	1	2124312,625	36156963,9	2124312,63
\$C\$27	Valor de productos críticos	2124313	1	2124312,625	37126233,2	2124312,63
\$C\$28	Valor de productos rutinarios	2124313	1	2124312,625	23954825,6	2124312,63

En la **Tabla 3** se presenta la disminución y aumento permisible respecto a la restricción, de tal modo que se generan unos rangos o intervalos de valores óptimos, con los cuales se obtiene una cantidad determinada de soluciones óptimas.

Para la mejor comprensión de los términos presentes en este informe; recomiendo al lector, consultar en el icono de ayuda de Excel. Se describe a continuación cada uno de estos:

- Valor Igual: Son los valores óptimos de las variables controlables.
- Coeficiente objetivo: Son los coeficientes de la función objetivo.
- Restricción lado derecho: Indican los lados derechos de las desigualdades.
- Gradiente o costo reducido: Indica cuánto deberá cambiar el coeficiente de la función objetivo para que la variable tome un valor positivo.

- Aumento permisible: Es el incremento admisible en los coeficientes de la función objetivo, sin que cambien los valores óptimos de las variables controlables.
- Disminución permisible: Disminución admisible en los coeficientes de la función objetivo, sin que cambien los valores óptimos de las variables controlables.
- Precio sombra: Son los precios duales; estos indican la mejora en el valor de la función objetivo si se “relaja” una desigualdad, o el empeoramiento se la restringe.

Con base en la **Tabla 3**, obtenemos los extremos de los rangos de valores óptimos expresados en cantidades. En cuanto a capacidad física es admisible ampliar la capacidad física, para cumplir con la creciente demanda de ventas, y mínimo se establece 6922 Cm³ de volumen para almacenaje de materias primas, que en Kilogramos corresponde a 254 kilogramos, como se denota en la **Tabla 4**, para con esto lograr el máximo de rendimiento de la inversión en materia prima.

Tabla 4. Rango de valores óptimos calculados del informe de sensibilidad

Rango óptimo de variables de decisión			
RECURSOS	MIN	FO	MAX
Capacidad física en almacén (Cm ³)	6922	37895	1E+30
Cantidad Kg_ Capacidad física en almacén	254	1393	1E+30
Cantidad Kg_ Productos multiplicadores	0	23	1236
Cantidad Kg_ Productos estratégicos	0	68	1227
Cantidad Kg_ Productos críticos	0	63	1155
Cantidad Kg_ Productos rutinarios	0	97	1194

Una vez realizado esto, se pasa a hacer una comparación de las materias primas recibidas de los proveedores externos, las materias primas aprobadas y la cantidad óptima de materias primas aprobadas que se determinó con Solver_Excel.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se encuentra en la **Tabla 5** este cuadro comparativo, que de acuerdo a la solución óptima obtenida anteriormente, propone bajar la inversión en la cantidad de materias primas multiplicadoras y atribuir este valor diferenciado. Si bien se explicó en el **inciso 3.7** de este documento, que la estrategia generalizada es llevar la compra de productos críticos a los multiplicadores, el modelo de programación lineal (MPL) que se estableció anteriormente muestra que lo conveniente es llevar la inversión en productos multiplicadores a críticos.

Tabla 5. Comportamiento de aprobaciones MP en el periodo Vs. Solución óptima

	Cantidad recibida del Proveedor Externo	Cantidad real promedio aprobada	Cantidad promedio óptima de aprobaciones
Valor de productos multiplicadores	31,98	31,94	23
Valor de productos estratégicos	68,10	68,02	68
Valor de productos críticos	37,52	37,47	63
Valor de productos rutinarios	97,27	97,15	97

Es ciertamente conveniente esta estrategia para una organización de este tipo, de acuerdo a los datos que se han analizado previamente. Este tipo de organizaciones dado su dinamismo comercial, requieren de un departamento de compras, por lo que la gestión en este sentido debe ser centralizada; lo importante analizar al tomar esta decisión, es que se deben fortalecer los términos y mecanismos que garanticen acuerdos a medio y largo plazo, con establecimiento de cuotas o consumos garantizados donde prima el suministro por encima del precio. Aunque el riesgo de incumplimiento aumenta con esta

estrategia, el éxito de esta se centrará en la calidad de gestión o desarrollo de proveedores, que permita mejores condiciones de negociación y relaciones con los proveedores externos de la organización. En la **Figura 10** se aprecia de manera gráfica lo que se ha mencionado anteriormente.

Como aclaración respecto a la gráfica, cabe anotar que la cantidad real promedio aprobada y las cantidades recibidas de los proveedores externos están muy cercanas, por lo que en la gráfica se aprecian como una misma.

Una parte complementaria a esta estrategia posible propuesta, es el especializar o hacer énfasis en la mejora de los servicios del outsourcing que la empresa ha contratado, y que no se detalla en este trabajo por solicitud de la compañía. Esto permite a la organización enfocarse en actividades que representan propiamente su negocio principal, logrando así crear ventaja competitiva mientras reduce costos.

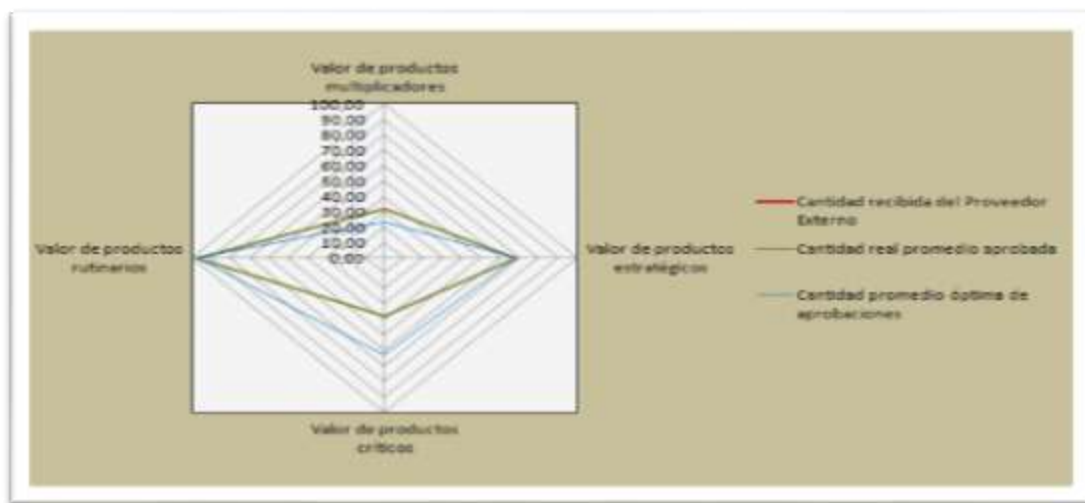


Figura 10. Patrón de comportamiento de las MP aprobadas Vs. Cantidad óptima.

Para representar el aprovechamiento diario de la organización de su zona de dispensación a planta de materias primas, en periodos de demanda dinámica como la que se presenta en el caso de este trabajo; a manera de índices de utilización se muestra en la **Tabla 6**, que la utilización real por día de la capacidad utilizada del almacén temporal, en relación a la capacidad física ideal destinada para materias primas es del 93,6%, y que la capacidad utilizada para materias primas, en relación con la capacidad real disponible en el almacén temporal es del 6,8%.

Tabla 6. Índices de utilización

Indicador de Utilización del almacenaje de MP en zona de dispensación:					
Utilización promedio diaria (%)=	Capacidad utilizada	=	235	*100 =	93,6
	Capacidad operativa óptima		251		
Utilización física diaria (%)=	Capacidad utilizada	=	235	*100 =	16,8
	Capacidad física disponible		1393		

4.1 RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDADES PARCIALES Y TOTALES

En la sesión anterior se explicó los cálculos realizados para determinar los indicadores de productividad parcial y total de cada una de las unidades operacionales con los ajustes realizados por razones de la variabilidad entre los valores de los mismos. En el **Cuadro resumen 2**, se expresa inicialmente el cálculo de estos índices, sin ajuste alguno; y se aprecia en el **Gráfico 1**, gran variación entre los valores de productividad y los índices de productividad de las unidades operacionales.

La representación en el **Gráfico 2** de los datos deflactados o ajustados resumidos en la **Tabla 8**, muestra como la variabilidad se reduce entre las unidades operacionales.

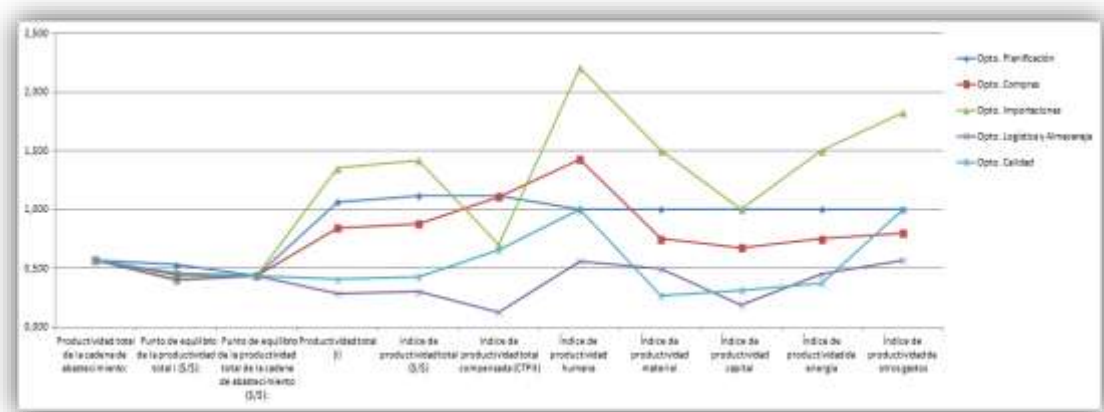


Gráfico 1. Comparación de resultados por unidad operacional

Tabla 7. Resumen de datos calculados

	CONSOLEDADO DE LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO INTERNO				
	Dpto. Planificación	Dpto. Compras	Dpto. Importaciones	Dpto. Logística y Almacenaje	Dpto. Calidad
Productividad total de la cadena de abastecimiento:	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566
Punto de equilibrio de la productividad total i (\$/S):	0.529	0.445	0.405	0.401	0.463
Punto de equilibrio de la productividad total de la cadena de abastecimiento (\$/S):	0.439	0.439	0.439	0.439	0.439
Productividad total (i)	1.067	0.840	1.352	0.285	0.406
Índice de productividad total (\$/S)	1.119	0.882	1.419	0.300	0.426
Índice de productividad total compensada (CTPI t)	1.119	1.110	0.689	0.126	0.658
Índice de productividad humana	1	1.430	2.297	0.559	0.997
Índice de productividad material	1	0.751	1.502	0.495	0.270
Índice de productividad capital	1	0.673	1.004	0.187	0.315
Índice de productividad de energía	1	0.751	1.502	0.490	0.375
Índice de productividad de otros gastos	1	0.801	1.823	0.571	0.999

Cabe resaltar que los ítems de mayor relevancia en este gráfico, son las productividades totales, índices de productividad total, índices de productividad total compensada (CTPI t) e índices de productividad deflactada humana o del trabajo de la sección operacional de la cadena de abastecimiento (Los departamentos de Calidad, y logística y almacenaje). Las menores productividades y sus respectivos índices, se dan en los departamentos de Calidad, y logística y almacenaje; y es con base en estos valores deflactados que se deben evaluar las productividades definitivas de cada unidad operacional

para toma de mejores decisiones en cuanto a la gestión de abastecimiento de estos, considerando como valores preliminares, los valores no deflactados que se presentan en la **Tabla 7**. En el **Gráfico 2** se aprecia por medio de los índices de productividad total compensada (CTPI t), como los departamentos de compras y planificación aprovechan mejor sus recursos para gestionar su calidad en servicio al cliente interno; al igual, pero en menor medida, se muestra un comportamiento similar del departamento de Calidad.

En síntesis, estos gráficos muestran la baja productividad de la gestión de los departamentos de Calidad, y logística y almacenaje para el periodo en cuestión, y que por lo tanto se debe llevar mayor seguimiento de estos para mejorar sus productividades parciales y totales por ende, para lograr los objetivos de ventas propuestos por la organización, para el corto y mediano plazo.

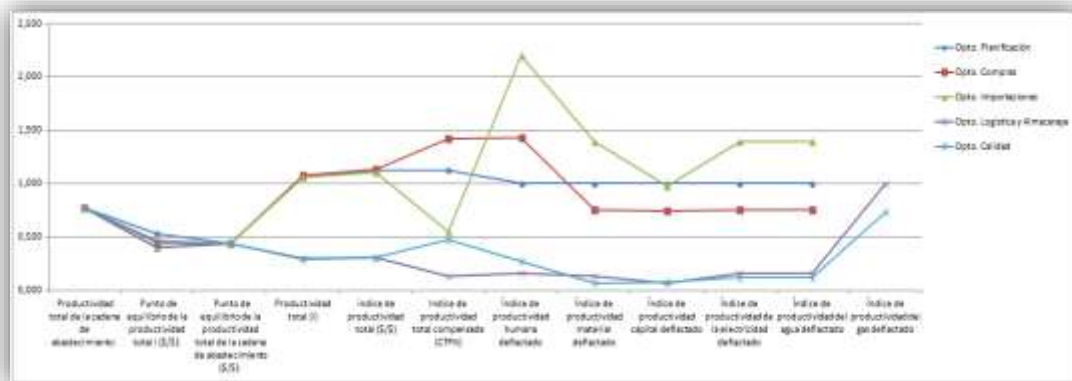


Gráfico 2. Comparación de resultados con ajustes por unidad operacional

Tabla 8. Resumen de datos calculados con ajustes

	CONSOLIDADO DE LOS INDICES DE PRODUCTIVIDAD DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO INTERNO				
	Dpto. Planificación	Dpto. Compras	Dpto. Importaciones	Dpto. Logística y Almacén	Dpto. Calidad
Productividad total de la cadena de abastecimiento:	0,769	0,769	0,769	0,769	0,769
Punto de equilibrio de la productividad total i (5/5):	0,529	0,449	0,409	0,402	0,465
Punto de equilibrio de la productividad total de la cadena de abastecimiento (5/5):	0,439	0,439	0,439	0,439	0,439
Productividad total (i)	1,072	1,078	1,058	0,297	0,290
Índice de productividad total (5/5)	1,124	1,132	1,110	0,312	0,305
Índice de productividad total compensada (CTPI)	1,124	1,424	0,547	0,131	0,471
Índice de productividad humana deflactado	1	1,490	2,203	0,162	0,273
Índice de productividad material deflactado	1	0,751	1,392	0,133	0,064
Índice de productividad capital deflactado	1	0,745	0,978	0,071	0,076
Índice de productividad de la electricidad deflactado	1	0,751	1,392	0,162	0,119
Índice de productividad del agua deflactado	1	0,751	1,392	0,162	0,119
Índice de productividad del gas deflactado				1	0,754

De igual modo, es importante analizar porqué el alto valor del índice CTPI t para el caso del Departamento de Compras, puesto que esto puede representar que este departamento no trabaja de manera adecuada con el Departamento de Calidad, puesto que no considera las limitaciones en capacidad, que puede llegar a tener, asignándole mayor carga de trabajo impactando en la productividad de la gestión de este, teniendo presente, como se ha comentado anteriormente, la doble función que cumple este departamento en una empresa de este tipo. De relevancia, también es la calidad de las compras, lo cual veremos a continuación.

4.2 INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN ADICIONALES

Como se ha comentado antes, el usuario de esta propuesta integral de medición de la productividad en la gestión de abastecimiento interno de materias primas y material de empaque, puede considerar indicadores adicionales al modelo CTPM, como complemento en la obtención de argumentos para la toma de decisiones y elaboración de estrategias en general, con base a la efectividad de la gestión, cualquiera que sea.

En este último inciso, deseo describir algunos indicadores que propongo por considerar claves en su relación, ya sea directa o indirecta con la gestión de calidad total y el grado de rentabilidad que representa; en este punto, se trata no

solo la gestión de materias primas, sino adicionalmente el material de empaque necesarios para la elaboración de los productos finales expresado por unidad de peso (Kg).

Tabla 9. Indicadores de desempeño

INDICADORES DE GESTIÓN				
Factor de servicio:				
Factor de servicio (%) = $\frac{\text{Valor de Kilogramos aprobados}}{\text{Valor de Kilogramos totales recibidos}} = \frac{\$ 440.362.373}{\$ 445.720.000} * 100 = 98,8$				
Factor de servicio (%) = $\frac{\text{Valor de Kilogramos MP aprobados}}{\text{Valor de Kilogramos de MP totales recibidas}} = \frac{\$ 238.738.315}{\$ 254.917.515} * 100 = 93,7$				
Costo de no calidad /Valor de materiales aprobados:				
C (%) = $\frac{\text{Total insumos intangibles improductivos}}{\text{Valor de kilogramos aprobados}} = \frac{\$ 178.227.962}{\$ 440.362.373} * 100 = 40,5$				
Costo de calidad /Valor de materiales aprobados:				
C (%) = $\frac{\text{Total insumos intangibles productivos}}{\text{Valor de kilogramos aprobados}} = \frac{\$ 276.505.935}{\$ 440.362.373} * 100 = 62,8$				

Como se denota en la **Tabla 9** se tiene un factor de servicio el cual representa en que grado se cumple con los requerimientos del cliente interno de materia prima y material de empaque del mes, y es equivalente a un 98,8%, pero se debe tener presente del análisis previo que se ha realizado en este trabajo, que en gran medida la gestión de la cadena de abastecimiento se está soportando en el stock de seguridad, que para el caso específico de la gestión de materias primas representa un 6,23% de \$254'917.515 de inversión en materia prima para el mes en estudio, lo cual hace poco productiva la gestión de abastecimiento que debe procurar por políticas de inventario de la compañía un 3,5% máximo de stock de seguridad. Luego se establece una relación porcentual de la participación del costo de la calidad y no calidad, sobre lo que se aprueba en el mes; y se denota que el total de insumos intangibles productivos; es decir, el costo de horas adicionales, materiales, equipos, etc. que se usaron para asegurar

la calidad en la gestión de abastecimiento de materias primas y material de empaque representa un 62,8%, lo cual es coherente con el factor de servicio que están presentando; en cuanto a la capacidad de respuesta al cliente interno para en suplir materias primas requeridas, se obtiene un 93,65% de factor de servicio como se aprecia en esta misma tabla. Sin embargo, esto solo refleja que la productividad de la gestión de abastecimiento, no solo de materia prima, sino también de en conjunto con el material de empaque, está en un nivel apenas aceptable, pero realizando grandes esfuerzos económicos, lo cual la categoriza como una gestión deficiente.

Tabla 10. Índice de eficiencia del costo

		Instancia 0	Instancia 1	Instancia 2	Instancia 3	Instancia 4	
	Proveedores externos	Dpto. Planificación	Dpto. Compras	Dpto. Importaciones	Dpto. Logística y Almacenaje	Dpto. Calidad	Totales
O (\$)=	\$ 445.720.000	\$ 440.333.240	\$ 440.894.932	\$ 441.057.934	\$ 440.648.609	\$ 440.362.373	
I (\$)=	52%	\$ 468.098.668	\$ 585.599.227	\$ 353.805.054	\$ 1.579.375.104	\$ 1.181.103.426	
IPF=		0,49	0,39	0,65	0,15	0,19	0,37
IRP=		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
IEC=		0,53	0,42	0,70	0,16	0,21	0,40

Viendo un poco más a detalle el contexto de los indicadores de gestión adicionales por eslabón de la cadena, se describen en la **Tabla 10** los siguientes factores para determinar el índice de eficiencia del costo (IEC), o rentabilidad; aspectos de gran relevancia en la gestión de abastecimiento. Para los cálculos de estos índices se hace preciso considerar los valores entregados por los proveedores externos, y los insumos en los que incurren expresados en porcentaje (52%) sobre el valor entregado, lo cual fue suministrado en consulta a manera de muestreo aleatorio, con la colaboración de los brokers o agentes intermediarios, y que basados en esto representa una productividad total equivalente a 1,923. Ahora bien, como se comentó anteriormente, los valores aprobados por cada eslabón o instancia, denominados resultados se denotan con (O); y los insumos son simbolizados con (I). Se encuentran en la descripción de los siguientes índices también el precio promedio unitario del producto (P), y

costo promedio unitario de los recursos (C). Estos coeficientes están en función de una instancia de referencia o base, que en nuestro caso es “Proveedores externos” (1) y al periodo actual (2).

Los índices son:

- Índice de productividad de factores (IPF): Mide el cambio en las cantidades de los resultados respecto al cambio en las cantidades de los insumos o recursos.

$$\frac{\sum O_2 * P_1}{\sum O_1 * P_1} / \frac{\sum I_2 * C_1}{\sum I_1 * C_1} = \text{IPF}$$

Si $\text{IPF} > 1$, la productividad aumenta; si $\text{IPF} = 1$ entonces la productividad no varia, y si $\text{IPF} < 1$, la productividad disminuye.

- Índice de recuperación del precio (IRP): Indica hasta qué punto le empresa ha podido absorber los aumentos de los costos de insumos para combatir la inflación.

$$\frac{\sum O_2 * P_2}{\sum O_2 * P_1} / \frac{\sum I_2 * C_2}{\sum I_2 * C_1} = \text{IRP}$$

Si $\text{IRP} > 1$, la contribución marginal se incrementa, si $\text{IRP} = 1$ la contribución marginal se mantiene, y si $\text{IRP} < 1$ la contribución marginal decrece.

Índice de eficiencia del costo (IEC): Mide el cambio de valores entrantes por cada eslabón del sistema de la cadena de abastecimiento interno, respecto al cambio en los costos totales de los recursos o insumos¹².

$$\text{IEC} = \text{IPF} * \text{IRP}$$

¹² Kalirajan K. P. and Shand R. T., The Australian National University, “Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures” en Journal of Economics Surveys, Vol. 13, No. 2, 1999. Pág. 32

Si $IEC > 1$, la rentabilidad aumenta; si $IEC = 1$, la rentabilidad queda igual, y si $IEC < 1$, la rentabilidad disminuye.

Lo anterior ratifica el hecho de que la rentabilidad es el resultado del producto de la productividad, por la contribución marginal. Es importante resaltar, que los productos finales de este tipo de organización, que terminan al final del ciclo productivo con bajo nivel de productividad, pueden ser rentables si su mercado permite el contar con precios altos, como es el caso en Colombia. Un indicador de gestión adicional que nos ratifica el hecho de centrar el plan estratégico a seguir con base a una mejor selección de proveedores externos, orientados a la inversión en compra de productos (MP) de tipo crítico, y trabajando en un plan de mejoras en los Departamentos con gestión deficientes, identificados anteriormente con los CTPIt, son los márgenes de seguridad de producir ganancias o pérdidas. Esto es:

	Cantidad Optima	Cantidad Real	Margen de seguridad
Cantidad Kg_ Productos multiplicadores	685	958	39,832%
Cantidad Kg_ Productos estratégicos	2043	2041	-0,120%
Cantidad Kg_ Productos críticos	1876	1124	-40,076%
Cantidad Kg_ Productos rutinarios	2918	2915	-0,116%

El margen de seguridad de producir ganancias equivale a la diferencia de la cantidad real y la cantidad óptima, sobre la cantidad óptima; expresado en porcentaje. Lo anterior indica para el caso de MP multiplicadoras, que logrando aprobar la cantidad real obtenida tomando como referencia la cantidad óptima, solo se está asegurando un 39,832% del potencial de generar valor con este tipo de MP; y que de igual modo, para el caso de la MP tipo crítico, se está perdiendo un 40,076% (Pérdida de valor o costo de oportunidad), por lo que es imperante la revisión y mejora del proceso de selección de proveedores; las mercancías y con calidad adecuada; y aún mejor, fortalecer relaciones comerciales con los mismos fabricantes.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha propuesto en el desarrollo de este trabajo, una herramienta integral que resulta útil para evaluar y llevar seguimiento de la productividad de la gestión de cada actor en una cadena de abastecimiento interno de materias primas de una organización farmacéutica, identificando por medio de los índices CTPIt que están muy por encima o por debajo de la media, lo cual señala a que actores de la cadena hacer seguimiento de sus actividades para realizar mejoras, en función a la gestión del suministro por parte de los proveedores externos. Es preciso mencionar que el desarrollo de este proyecto, sólo llega a la propuesta en sí de esquemas de mejoras, tomando como pilares los tres ejes temáticos anteriormente mencionados, y que no se llevó a su implantación puesto que el desarrollo del aplicativo por parte de T.I., y ejecución del mismo; conlleva mayor tiempo que el estipulado por la academia para la presentación de este trabajo de grado. Pero es de resaltar que una vez desarrollado este aplicativo en la plataforma informática (VISUAL ENTERPRISE), será una muy buena herramienta en la toma de decisiones referentes a la gestión de abastecimiento interno de materiales. El analizar estos índices CTPIt y los complementos planteados al modelo CTPM como los indicadores de gestión, evaluación de capacidad instalada del cliente interno a través de la simulación MPL, la función de pérdida y la matriz de administración estratégica de las compras, permite establecer decisiones a tomar en cuanto a mejoras en el proceso de selección de proveedores de materias primas, y de los factores que puedan afectar la gestión de abastecimiento interno.

En específico según los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- CTPM es un modelo que por su estandarizado esquema metodológico, se puede replicar en cualquier otro proceso de la compañía posterior al de abastecimiento, siendo los resultados de MP aprobadas por el departamento de Calidad, el punto de referencia para calcular los CTPIt del proceso posterior a la cadena de abastecimiento interno. También, este modelo sirve para estimar parámetros de producción, puesto que adicionalmente basados en datos históricos y análisis previos de este modelo, se puede llegar a una estimación más precisa de la cantidad de MP aprobada a tiempo requerida en planta, para el mes o periodo entrante.

- Analizando los resultados planteados en el **Gráfico 2** y su respectivo resumen de datos en la **Tabla 9** del **inciso 4.2** de este documento, se puede llegar a numerosas conclusiones entre las cuales se aprecia al hacer un análisis comparativo de la productividad total de los proveedores externos del 1,923 obtenido de los datos en la **Tabla 11** y las Productividades totales (i) en la **Tabla 9**, se ve que ninguna unidad operacional se acerca significativamente al valor de referencia o base (1,923), y al comparar estas Productividades totales (i) con sus respectivos CTPIt, se puede comprender el nivel de aprovechamiento de la inversión en aseguramiento de calidad por cada unidad operacional, donde el mayor aprovechamiento aparente lo representa la unidad operacional o Departamento de Compras con 1,424, y un menor aprovechamiento aparente lo representa el Departamento de Logística y Almacenaje con un valor de 0,131. Esto nos indica a que actividades de control en cuanto a mejora continua, se deben dar prioridad para lograr mejor gestión de la cadena de abastecimiento. Los índices CTPIt nos señalan los puntos extremos superior e inferior de interés, determinando

las deficiencias presentes por cada unidad operacional; es aquí donde radica la importancia del modelo, permitiendo a cada directivo de unidad operacional, obtener argumentos para la mejor toma de decisiones individuales, o en conjunto con los demás directivos, para definir un plan estratégico de mejoras efectivas.

- Al observar los resultados de los CTPIt, y los complementos de este modelo integral, se percibe que una mejor estrategia para afrontar posibles no conformidades en las especificaciones técnicas de las materias primas en el siguiente periodo, es estableciendo las actividades de mejora del aseguramiento de calidad en los departamentos con menor y mayor CTPIt y de manera similar y secuencial seguir este proceder hasta llegar a los valores CTPIt inferiores en el rango expuesto en la **Tabla 9**, analizando y mejorando los factores medidos por los índices de productividad representados en el **gráfico2**, tales como los de insumos humanos, materiales, de capital y servicios varios; considerando también las limitaciones de capacidad máxima del cliente interno, que nos ofrece la simulación MPL, permitiendo contemplar la mejor selección y desarrollo de proveedores externos, en concordancia a la función de pérdida de Taguchi, como esquema de priorización de compras de materias primas de tipo crítico, según la categorización de la matriz de Kraljic; una manera de afrontar esto podría ser prescindiendo de algunos brokers o agentes intermediarios, y dejando los que ofrecen efectivo cumplimiento a tiempos de entrega de las mercancías y con calidad adecuada; y aún mejor, fortaleciendo relaciones comerciales con los mismos fabricantes de la región.

Se recomienda para la puesta en marcha de la implantación del modelo CTPM y control de la mejora continua del mismo, a través de un plan de acción descrito a continuación; es fundamental la determinación de las variables apropiadas sobre las cuales se debe aplicar el control, así como también los puntos del proceso en los que debe establecerse el control, y para esto se requiere de un adecuado equipo de seguimiento a los procesos y una metodología adecuada para el desarrollo de la puesta en marcha de este modelo; para el caso específico se recomienda la metodología DMAMC o estrategia de mejora continua basado en la capacidad del proceso (6σ).

Los pasos de la metodología DMAMC son:



Este proceso se debe desarrollar como labor conjunta de la directiva de cada eslabón de la cadena de abastecimiento y el grupo de apoyo que se escoja para desarrollar y controlar el seguimiento de la implantación del modelo CTPM. De manera breve se describe a continuación, las pautas recomendadas para desarrollar un modelo integral CTPM, bajo el esquema DMAMC:

- Definir: Determinar cual es la información clave y sus fuentes para el desarrollo del modelo; clasificar y validar información recopilada.

Pautas

- ✓ Establecer límites y alcance del modelo, previa recopilación y clasificación de datos.
- ✓ Asignar equipo y líder de equipo para desarrollo y control de resultados del CTPM para la cadena de abastecimiento.

- ✓ Asignar recursos de trabajo y tareas al equipo de control conformado.
 - ✓ Determinar los requerimientos del cliente interno.
 - ✓ Definir el diagrama de actividades o ruta crítica del proyecto.
 - ✓ Determinar ahorros estimados contemplando varias alternativas de la asignación de recursos.
- Medir: Validar datos del desempeño actual de la gestión en la cadena de abastecimiento interno.

Pautas

- ✓ Determinar variables claves a analizar, para priorizar análisis.
 - ✓ Establecer plan de mantenimiento y programación de asignación de equipos del área operativa de la cadena de abastecimiento con ayuda del sistema T.I. de bodega.
 - ✓ Desarrollar con apoyo de T.I. aplicativo para llevar al sistema principal los formatos del modelo propuesto, y desarrollar los cálculos con estos.
 - ✓ Hacer uso de la información previamente recopilada y clasificada, e introducirlos en los formatos de registro de datos propuestos en el desarrollo de este trabajo.
- Analizar: Revisar las entradas y salidas del proceso de la cadena de abastecimiento y causas raíz del desempeño obtenido con los índices de productividad.

Pautas

- ✓ Analizar la incidencia de la variabilidad de los índices de productividad, en la utilización de capacidad instalada del cliente interno (Zona de dispensación a plantas).

- ✓ Identificar con apoyo del equipo de personas seleccionadas, los desperdicios presentes o ruidos y sus fuentes, en el proceso de abastecimiento.
 - ✓ Aplicar técnicas ingenieriles de análisis de resultados, para plantear las posibles mejoras y toma de decisiones gerenciales.
- Mejorar: Implementar cambios oportunos con base a los resultados obtenidos, para mejorar la gestión de la cadena de abastecimiento en el periodo entrante.

Pautas

- ✓ Realizar con ayuda de una simulación de los datos, de acuerdo a los presupuestos para el periodo entrante y comparando con los resultados del periodo actual, los cálculos estipulados en este trabajo, para con esto lograr argumentos sólidos en la toma de decisiones en cuanto al nivel de gestión del abastecimiento, y su relación con los factores involucrados en este proceso.
 - ✓ Definir e implementar con la directiva de la cadena de abastecimiento interno de manera priorizada y gradual un plan de acción de mejoramiento y preventivo.
 - ✓ Acoplar al desarrollo de los métodos Seis Sigma y cuadro de mando integral (CMI) de la organización, el modelo propuesto en este trabajo como complemento a estos.
- Controlar: Mantener el desempeño de la cadena de abastecimiento a través del seguimiento al plan de actividades.

Pautas

- ✓ Hacer seguimiento quincenal al programa preventivo y plan de actividades desarrollado.
- ✓ Socializar y analizar con los proveedores externos y cliente interno cada mes los resultados del modelo integral propuesto CTPM, simultáneamente al desarrollo de indicadores CMI, en función de prever los posibles impactos en el plan maestro de producción en plantas, para tomar decisiones en función al lead time del proceso de abastecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE, JACOBS, AQUILANO, *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*, 10ª Edición, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana., impreso en México 2005. 829 P.

HUGOS, M. *Essentials of Supply Chain Management*. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc. 2003.p.2.

GARZÓN PATIÑO, Angélica, CUÉLLAR ZOQUE, Soraya. *Las interrupciones en la cadena de abastecimiento, caso Meals de Colombia S.A.* Mejores proyectos de grado. Comité de publicaciones –Facultad de Administración, Universidad de los Andes, 2008. p.16.

MORA HUERTAS, Claudia Elizabeth. Interrelaciones entre las empresas multinacionales y las firmas locales farmacéuticas. Impacto en el desarrollo industrial de este sector en Colombia. Bogotá. Tesis para optar al título de Magister en Administración. Universidad Nacional de Colombia. Maestría en administración. 2003.

PIRES, Silvio R.I. y CARRETERO DIAZ, Luis E. *Gestión de la cadena de suministros*. Madrid; McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2007.p.258.

PERDOMO BURGOS, Álvaro; *Administración de los costos de la calidad*, Tercera edición, Diseño y diagramación ICONTEC, impreso por Contacto Gráfico Ltda. Marzo de 2007. 136 P

SUMANTH, David J. Ph.D. *Administración para la productividad total*, Tercera reimpresión, México agosto 2005. 381P

COLOMBIA. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Departamento Nacional de Planeación. Análisis de la cadena productiva farmacéutica y de medicamentos. Internet:
<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloEmpresarial/CadenasProductivas/tabid/996/Default.aspx>

WHO. Good Manufacturing Practices: 31 starting materials: Active pharmaceutical ingredients. In: Quality assurance of pharmaceuticals. Volume 2. 2nd Update edition. Geneva. World Health Organization. 2007: p.200. En Internet: http://www.who.int/medicines/areas/quality_safety/quality_assurance/production/en/.

